



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE PRODUCTOS DE EMBALAJE EN
LA EMPRESA SIVEIN S.A.C. LIMA, 2018.”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

VILELA VILLEGAS, EDWIN NICOLAS

ASESOR

MGTR. AYALA ASECIO, CARLOS ENRIQUE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2018

PÁGINA DE JURADO

| | | |
|---|---------------------------------------|---|
|  | ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1 |
|---|---------------------------------------|---|

El Jurado encargado de evaluar la Tesis presentada por Don:

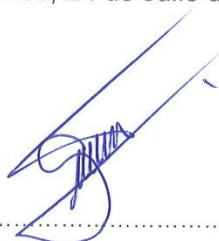
Edwin Nicolas, Vilela Villegas

cuyo título es:

Implementación de la metodología DMAIC para mejorar la
productividad de productos de embalaje en la empresa SIVEIN S.A.C.
Lima, 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de
preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:
.....11.....(número)once..... (letras).

Los Olivos, 24 de Julio del 2018



Presidente


C. DENI TESIL
Secretario

Vocal

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a mi familia, porque creyeron en mí y me apoyaron en todo momento a lo largo de mi carrera, a mis padres por darme ejemplos dignos de superación y entrega; a mis hermanos, porque siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por la bendición de poder terminar mi carrera; al sr. William Pablo por haberme brindado toda la información relacionada a su Empresa SIVEIN SAC, a mi asesor de tesis CARLOS ENRIQUE AYALA ASENCIO por apoyarme con sus conocimientos y ayuda durante el desarrollo de la presente tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Edwin Nicolás Vilela Villegas con DNI N° 43468906, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, julio del 2018

Alumno: Edwin Nicolás Vilela Villegas.

DNI: 43468906

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Implementación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de productos de embalaje en la empresa SIVEIN S.A.C., Lima, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

El Autor

RESUMEN

En la actualidad para todo tipo de industria se ha vuelto indispensable el uso de productos de embalaje entre ellos el zuncho, el cual permite fijar y asegurar que los productos lleguen a su destino en buen estado.

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN S.A.C., Lima, 2018. Mediante DMAIC que es la base de la metodología Six Sigma se busca principalmente mejorar el proceso de producción reduciendo la cantidad de errores y defectos en el producto final que es el zuncho aumentando su calidad, reduciendo la cantidad de reclamos de los clientes, lograr producir más manteniendo una calidad que satisfaga los requerimientos de los clientes. La investigación fue de tipo aplicada, se realizó bajo un diseño cuasi - experimental teniendo como población a la producción de zuncho durante 26 días, esta fue equivalente a la muestra, debido a que no se realizó muestreo. Dicha muestra fue obtenida por el método de recolección de datos. Para el procesamiento de los datos se utilizó los programas IBM SPSS, MINITAB 17 y Excel.

Como conclusión se logró mejorar el proceso de producción, disminuyendo errores y defectos del producto de esta manera aumentar la eficiencia, la eficacia y por ende se mejoró la productividad de la empresa.

Palabras claves: Metodología DMAIC, Productividad, eficiencia, eficacia.

ÁBSTRACT

Currently for all types of industry it has become essential to use packaging products including the hoop, which allows to fix and ensure that the products reach their destination in good condition.

The objective of this thesis was to determine how the application of the DMAIC methodology improves productivity in the manufacture of packaging products (zuncho) in the company SIVEIN SAC, Lima, 2018. Through DMAIC, which is the basis of the Six Sigma methodology, seeks mainly to improve the production process by reducing the amount of errors and defects in the final product that is increased the quality, reducing the number of complaints from customers, achieve more production while maintaining a quality that meets the requirements of customers. The investigation was of applied type, it was carried out under a quasi - experimental design having as a population the production of band for 26 days, this was equivalent to the sample, due to the fact that no sampling was done. Said sample was obtained by the method of data collection. The IBM SPSS, MINITAB 17 and Excel programs were used to process the data.

As a conclusion, it was possible to improve the production process, reducing errors and defects of the product in this way increasing efficiency, efficiency and therefore improving the productivity of the company.

Keywords: DMAIC Methodology, Productivity, efficiency, effectiveness.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| PÁGINA DE JURADO..... | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD..... | v |
| PRESENTACIÓN..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| ÁBSTRACT..... | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiv |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 16 |
| 1.1. Realidad Problemática..... | 17 |
| 1.2. Trabajos previos..... | 28 |
| 1.2.1. Internacionales..... | 28 |
| 1.2.2. Nacionales:..... | 31 |
| 1.3. Teorías Relacionadas al tema..... | 34 |
| 1.3.1. Variable Independiente metodología DMAIC..... | 34 |
| 1.3.2. Variable Dependiente Productividad..... | 41 |
| 1.4. Formulación del Problema..... | 50 |
| 1.4.1. Problema General..... | 50 |
| 1.4.2. Problemas Específicos..... | 50 |
| 1.5. Justificación del Estudio..... | 50 |
| 1.5.1. Económica..... | 50 |
| 1.5.2. Técnica..... | 50 |
| 1.5.3. Social..... | 51 |
| 1.6. Hipótesis..... | 51 |
| 1.6.1. Hipótesis General..... | 51 |
| 1.6.2. Hipótesis Específicas..... | 51 |
| 1.7. Objetivos..... | 51 |
| 1.7.1. Objetivo General..... | 51 |
| 1.7.2. Objetivos Específicos..... | 51 |
| II. MÉTODO..... | 52 |
| 2.1. Diseño de Investigación..... | 53 |
| 2.2. Variables, Operacionalización..... | 54 |
| 2.2.1. Metodología DMAIC (V. independiente)..... | 54 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2.2.2. | Metodología DMAIC (Variable Independiente) | 55 |
| 2.3. | Población y muestra..... | 57 |
| 2.3.1. | Población | 57 |
| 2.3.2. | Muestra | 57 |
| 2.3.3. | Muestreo | 57 |
| 2.3.4. | Criterios de Selección | 58 |
| 2.4. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 58 |
| 2.4.1. | Técnicas | 58 |
| 2.4.2. | Instrumentos de recolección de datos..... | 59 |
| 2.4.3. | Validez del instrumento..... | 60 |
| 2.4.4. | Confiabilidad del Instrumento | 60 |
| 2.5. | Métodos de análisis de datos | 61 |
| 2.6. | Aspectos Éticos..... | 62 |
| 2.7. | Desarrollo de la Propuesta de mejora | 62 |
| 2.7.1. | Situación actual de la empresa..... | 63 |
| 2.7.2. | Propuesta de mejora..... | 94 |
| 2.7.3. | Implementación de la propuesta..... | 99 |
| 2.7.4. | Resultados..... | 104 |
| 2.7.5. | Análisis Económico Financiero..... | 115 |
| III. | RESULTADOS | 124 |
| IV. | DISCUSIONES | 140 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 143 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 145 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. | 147 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Causas principales. | 23 |
| Tabla 2. Escala para la valoración de las causas. | 23 |
| Tabla 3. Matriz Correlacional..... | 23 |
| Tabla 4. Promedio ponderado de las causas del problema..... | 24 |
| Tabla 5. Matriz de estratificación de la línea de producción de zuncho | 26 |
| Tabla 6. Fallas y procesos en la producción de zuncho..... | 26 |
| Tabla 7. Matriz de Operacionalización de las Variables | 56 |
| Tabla 8. Expertos de la Universidad Cesar Vallejo..... | 60 |
| Tabla 9. Matriz de la voz del cliente (VOC) | 73 |
| Tabla 10. Pruebas de resistencia a rollos de zuncho..... | 75 |
| Tabla 11. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para "Y" | 77 |
| Tabla 12. Características principales de los equipos | 78 |
| Tabla 13. Datos de la medición de la variable "X" | 78 |
| Tabla 14. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para X1..... | 80 |
| Tabla 15. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para X2..... | 81 |
| Tabla 16. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para X3..... | 82 |
| Tabla 17. DAP antes de la mejora del proceso de producción del zuncho..... | 83 |
| Tabla 18. Descripción de las causas. | 84 |
| Tabla 19. Toma de tiempos pre – test..... | 85 |
| Tabla 20. Cantidad de pedidos en el mes de Octubre del 2017..... | 86 |
| Tabla 21. Comparación de productos solicitados y productos despachados..... | 86 |
| Tabla 22. Índice de pedidos atendidos..... | 87 |
| Tabla 23. Productos conformes y productos defectuosos. | 88 |
| Tabla 24. Índice de productos conformes..... | 89 |
| Tabla 25. Eficiencia antes de la mejora. | 90 |
| Tabla 26. Eficacia antes de la mejora. | 92 |
| Tabla 27. Productividad antes de la mejora..... | 93 |
| Tabla 28. Características técnicas del equipo adquirido..... | 96 |
| Tabla 29. Cronograma de actividades del proyecto. | 97 |
| Tabla 30. Presupuesto del proyecto. | 98 |
| Tabla 31. Cuadro de alternativas de propuestas de solución..... | 99 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 32. DAP después de la mejora del proceso de producción del zuncho. | 104 |
| Tabla 33. Toma de tiempos post – test. | 105 |
| Tabla 34. Cantidad de pedidos en el mes de marzo del 2018. | 106 |
| Tabla 35. Comparación de productos solicitados y productos despachados. | 107 |
| Tabla 36. Índice de pedidos atendidos. | 107 |
| Tabla 37. PRE – TEST VS POST – TEST del índice de pedidos atendidos (IP). | 107 |
| Tabla 38. Productos conformes y productos defectuosos del mes de marzo del 2018. | 109 |
| Tabla 39. Índice de productos conformes. | 110 |
| Tabla 40. PRE – TEST VS POST – TEST del índice de pedidos atendidos (IC). | 110 |
| Tabla 41. Eficiencia después de la mejora. | 111 |
| Tabla 42. Eficacia después de la mejora. | 112 |
| Tabla 43. Productividad antes de la mejora. | 113 |
| Tabla 44. Comparaciones de la eficiencia, eficacia y productividad. | 113 |
| Tabla 45. Costos de materiales e insumos antes de la mejora. | 115 |
| Tabla 46. Costo por unidad de la mano de obra. | 116 |
| Tabla 47. Costos indirectos de fabricación (C.I.F.) | 116 |
| Tabla 48. Costo por cada kg. De zuncho. | 116 |
| Tabla 49. Costos de materiales e insumos después de la mejora. | 117 |
| Tabla 50. Costo por unidad de la mano de obra. | 117 |
| Tabla 51. Costos indirectos de fabricación (C.I.F.) | 118 |
| Tabla 52. Costo por cada kg. De zuncho después de la mejora. | 118 |
| Tabla 53. Calculo de la variación de la producción y su costo beneficio. | 119 |
| Tabla 54. Ingresos y Costos variables para el cálculo del Beneficio – Costo | 120 |
| Tabla 55. Flujo de caja mensual proyectado. | 122 |
| Tabla 56. Datos de los flujos mensuales del 2018, inversión inicial y la tasa de interés. . | 123 |
| Tabla 57. Comparación de Índice de productos atendidos PRE - TEST y POST – TEST | 125 |
| Tabla 58. Comparación de Índice de productos conformes PRE - TEST y POST – TEST | 127 |
| Tabla 59. Comparación de la eficiencia durante los 26 días de prueba antes y después... | 129 |
| Tabla 60. Comparación de la eficacia durante los 26 días de prueba antes y después. | 130 |
| Tabla 61. Comparación de la Productividad 26 días de prueba antes y después. | 131 |
| Tabla 62. Tipos de muestras y alternativa de análisis | 132 |
| Tabla 63. Prueba de normalidad | 132 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 64. Selección del estadígrafo | 133 |
| Tabla 65. Resultado del análisis de Wilcoxon productividad | 133 |
| Tabla 66. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon productividad | 134 |
| Tabla 67. Prueba de normalidad de la eficiencia | 135 |
| Tabla 68. Resultado del análisis de Wilcoxon eficiencia | 136 |
| Tabla 69. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon eficiencia | 136 |
| Tabla 70. Prueba de normalidad de la eficacia | 137 |
| Tabla 71. Resultado del análisis de Wilcoxon eficacia | 138 |
| Tabla 72. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon eficacia | 139 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1. Consumo de plástico Per Capital (kg/hab) en el 2017 | 17 |
| Gráfico 2. Consumo de productos plásticos en Latinoamérica por habitante (Kg/had) 2017 | 17 |
| Gráfico 3. Principales actividades económicas demandantes de productos plásticos (distribución porcentual)..... | 18 |
| Gráfico 4. Variación mensual del Índice de Producción Manufacturera de la fabricación de productos plásticos en el Perú. | 19 |
| Gráfico 5. Diagrama de Pareto | 25 |
| Gráfico 6. Estratificación..... | 27 |
| Gráfico 7. Pruebas R&R para "Y" | 76 |
| Gráfico 8. Pruebas R&R para "X1" | 80 |
| Gráfico 9. Pruebas R&R para "X2" | 81 |
| Gráfico 10. Pruebas R&R para "X3" | 82 |
| Gráfico 11. Comparación de producto solicitado y el producto despachado. | 87 |
| Gráfico 12. Producción total, productos conformes y productos defectuosos | 89 |
| Gráfico 13. Comportamiento de la eficiencia antes de la mejora..... | 91 |
| Gráfico 14. Comportamiento de la eficacia antes de la mejora. | 93 |
| Gráfico 15. Índice de pedidos atendidos (IP) PRE – TEST VS POST – TEST..... | 108 |
| Gráfico 16. Índice de productos atendidos (IC) PRE – TEST VS POST – TEST. | 110 |
| Gráfico 17. Comparación del PRE – TEST VS EL POST – TEST de la eficiencia, eficacia y productividad. | 114 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 18. Comparación del costo unitario x kg de zuncho antes y después de la mejora. | 119 |
| Gráfico 19. Análisis del Ip Indicador de la variable Independiente. | 126 |
| Gráfico 20. Análisis del Ic Indicador de la variable Independiente. | 128 |
| Gráfico 21. Comportamiento de la eficiencia a lo largo de la prueba antes y después. | 129 |
| Gráfico 22. Comportamiento de la eficacia a lo largo de la prueba antes y después. | 130 |
| Gráfico 23. Comportamiento de la Productividad a lo largo de la prueba antes y después. | 131 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de árbol de Problemas. | 21 |
| Figura 2. Diagrama de Ishikawa - (causa - efecto)..... | 22 |
| Figura 3. Fases de la metodología DMAIC | 35 |
| Figura 4. Partes del diagrama de flujo. | 36 |
| Figura 5. Formato hoja de inspección. | 38 |
| Figura 6. Ciclo Deming. | 46 |
| Figura 7. Ciclo PDCA. | 47 |
| Figura 8. Ejemplo de ishikawa. | 48 |
| Figura 9. Modelo de Pareto. | 49 |
| Figura 10. Cronómetro. | 59 |
| Figura 11. Proceso DMAIC..... | 63 |
| Figura 12. Organigrama de la empresa..... | 65 |
| Figura 13. Mapa de procesos. | 65 |
| Figura 14. Layout de SIVEIN S.A.C..... | 66 |
| Figura 15. Mezclado de material. | 67 |
| Figura 16. Alimentación de material. | 67 |
| Figura 17. Recepción del zuncho. | 68 |
| Figura 18. Bobinado del zuncho..... | 68 |
| Figura 19. Pesado del zuncho. | 69 |
| Figura 20. Diagrama de flujo..... | 70 |
| Figura 21. Identificación de variables del proceso | 74 |
| Figura 22. Chiller..... | 95 |

| | |
|--|-----|
| Figura 23. Instalación de la propuesta mecánica. | 100 |
| Figura 24. Formato de control de ingreso de materia prima. | 101 |
| Figura 25. Formato de control del proceso de producción del zuncho | 103 |

ANEXOS

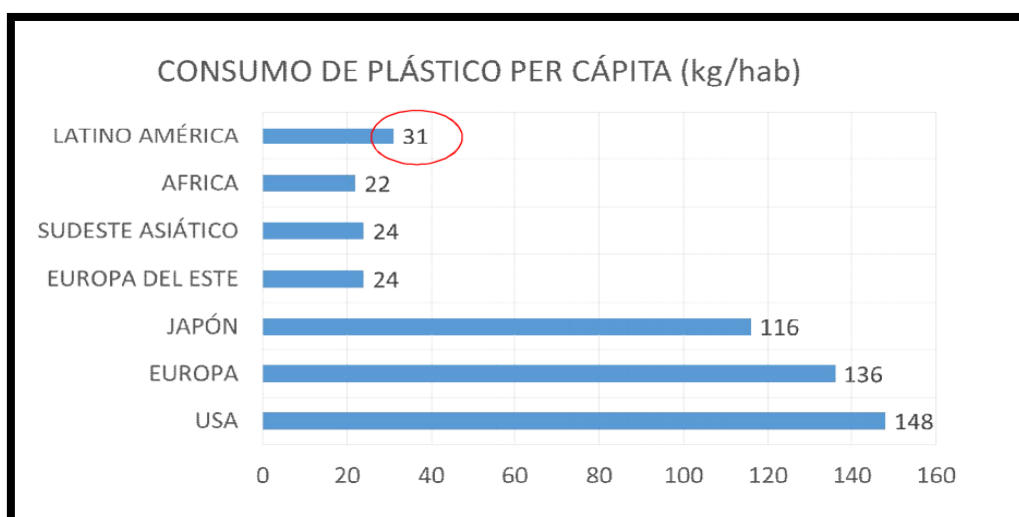
| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Matriz de consistencia. | 155 |
| Anexo 2. Matriz de Operacionalización de variables..... | 156 |
| Anexo 3. Ficha de toma de tiempos de la producción antes de la mejora..... | 157 |
| Anexo 4. Ficha de toma de tiempos después de la mejora | 158 |
| Anexo 5. Formato de toma de tiempos..... | 159 |
| Anexo 6. Formato de control de proceso..... | 160 |
| Anexo 7. Formato de ingreso de materia prima | 161 |
| Anexo 8. Validación de instrumento por juicio de expertos | 162 |
| Anexo 9. Validación de instrumento por juicio de expertos | 163 |
| Anexo 10. Validación de instrumento por juicio de expertos | 164 |
| Anexo 11. Validación de instrumento por juicio de expertos | 165 |
| Anexo 12. Validación de instrumento por juicio de expertos | 166 |
| Anexo 13. Validación de instrumento por juicio de expertos | 167 |
| Anexo 14. DAP pre - test | 168 |
| Anexo 15. DAP post - test..... | 169 |
| Anexo 16. Ficha técnica del cronómetro | 170 |
| Anexo 17. Toma de temperaturas de ingreso y salida en el tanque de recepción del zuncho | 171 |
| Anexo 18. Porcentaje del Turnitin..... | 172 |
| Anexo 19. Recibo digital del turnitin | 173 |
| Anexo 20. Feedback del Turnitin | 174 |

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

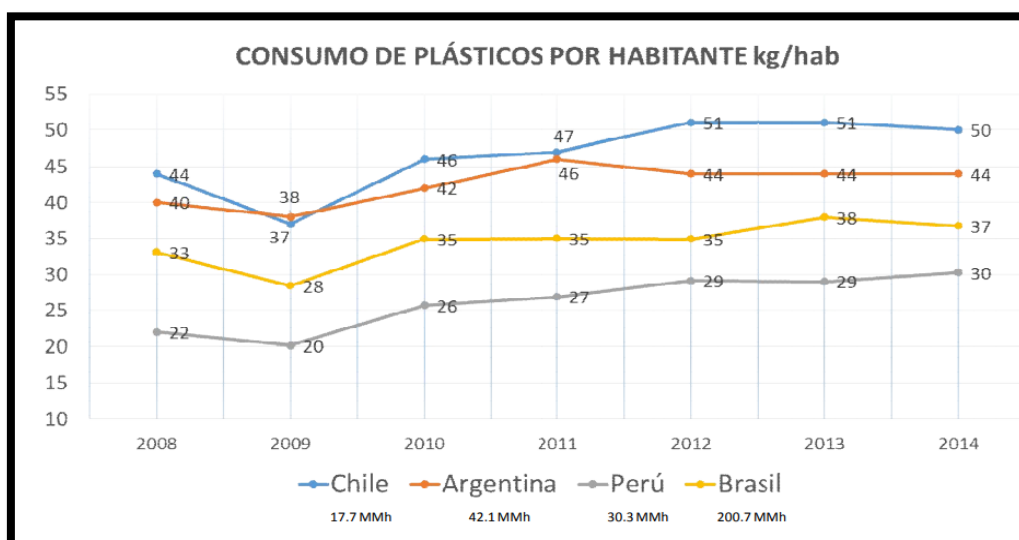
Según el reporte sectorial de la Sociedad Nacional de Industrias (SIN 2016). El consumo de productos plásticos en el mundo ha ido creciendo en los últimos años, la demanda por habitante es muy alta sobre todo en los países de estados Unidos, los países Europeos y Japón.

Gráfico 1. Consumo de plástico Per Capital (kg/hab) en el 2017



Fuente: BASF AG, Ludwigshafen, Alemania Elaboración: Comité de Plásticos S.N.I.

Gráfico 2. Consumo de productos plásticos en Latinoamérica por habitante (Kg/had) 2017



Fuente: ASIPLA Chile, CAIP Cámara Argentina de la Industria Plástica, ABIPLAST, IMEX Aduanas Perú. Elaboración: Comité de Plásticos S.N.I.

Jesús Salazar Nishi en el reporte sectorial de la SNI abril 2016. La industria del plástico en la mayor parte de países de Latinoamérica presentó durante los años 2014 – 2015 una tendencia decreciente, caracterizada por una desaceleración durante el año 2014 y tasas negativas de crecimiento durante el 2015. Esto en línea con el menor dinamismo de los principales sectores demandantes de productos plásticos (construcción y comercio). Las importaciones de productos plásticos (partida arancelaria 39), son básicamente de productos plásticos en formas primarias. Destaca la importación de polipropileno (pp), polietileno (pe), policloruro de vinilo (pvc), entre otros. La importación de productos plásticos durante el año 2015 fue de US\$ 1,983 millones, que representó más de 1 millón 100 mil toneladas. En la industria del plástico, los insumos primarios son obtenidos de la industria petroquímica de otros países. Por tal motivo los precios de importación de estos productos tienen una fuerte dependencia con la evolución de la cotización internacional del petróleo. (SNI – ISSE, 2016)

Gráfico 3. Principales actividades económicas demandantes de productos plásticos (distribución porcentual)

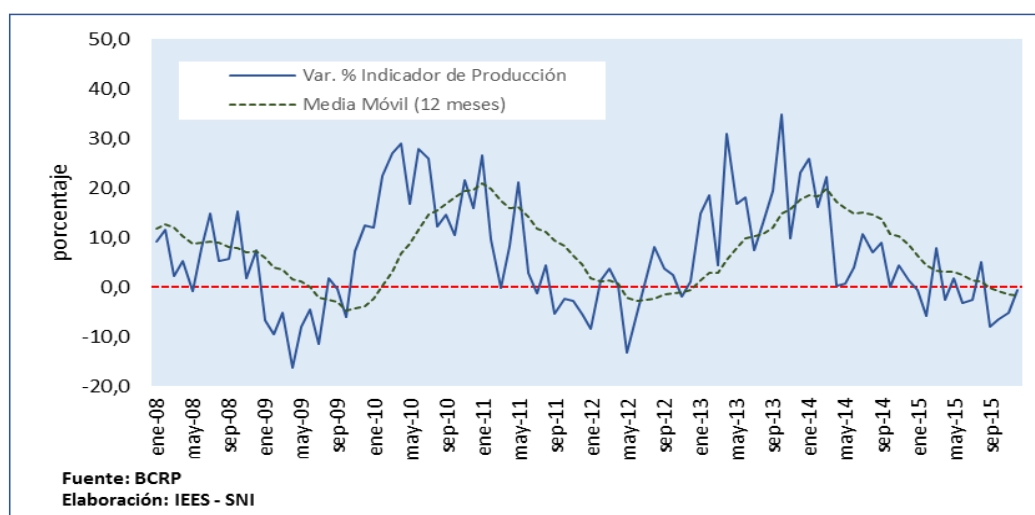


Elaboración – Propia, Fuente: reporte sectorial 2016 del ISSE-SIN

De acuerdo al gráfico 3, muestra la demanda que tiene el plástico en las diferentes industrias en el Perú como por ejemplo el sector construcción tiene una demanda de 13.8%, el sector comercio de un 10.6% esto evidencia de la necesidad de consumo de las diferentes industrias de productos de envases y embalajes de plástico, un factor importante que lleva a un crecimiento de este sector es el desarrollo importante que se viene dando en diferentes

sectores como el de agricultura, textil, bebidas, calzado y los diferentes productos que necesitan como artículo presentación al sector de envases y embalajes.

Gráfico 4. Variación mensual del Índice de Producción Manufacturera de la fabricación de productos plásticos en el Perú.



Fuente: BCRP – SIN – IEES

El gráfico 4, muestra la variación porcentual en meses que ha tenido la industria del plástico en los últimos años.

La industria del plástico utiliza diferentes procesos que permiten moldear los plásticos en sus formas primarias, mediante procesos de transformación en las que se aplica calor y presión, para obtener finalmente una gran variedad de materiales.

Entre los procesos que intervienen en la transformación de los insumos primarios se tiene la extrusión, inyección, soplado, calandrado, o el termoformado, entre otros procesos que de manera general realizan un calentamiento del material plástico que luego será derivado a una matriz destinada a darle una forma específica para luego ser enfriado por sopladores o inmersión al agua.

Asimismo, el material plástico puede pasar a través de rodillos que mediante presión permiten obtener láminas de plástico flexible de diferente espesor a las que posteriormente se le puede dar la forma requerida. Es decir, diversos procedimientos que dependerán del tipo de producto que se desea obtener: un envase de plástico (polietileno tereftalato - PET),

un tubo de (policloruro de vinilo – PVC) o una tira de polímero de etileno, requerirán procedimientos adecuados y particulares.

Los productos de embalaje como el Stretch Films, esquineros, zuncho, etc. Son cada día más indispensables para los diferentes sectores de producción, esto para garantizar la entrega de sus productos y llegues a los consumidores o distribuidores en excelente estado.

La empresa cuenta con una máquina extrusora que tiene una capacidad de producción de 600 kg/día, esto según características del fabricante, considerando un periodo de producción de 12 horas, en la actualidad solo está produciendo de 380 Kg a 430 kg por turno, en la empresa se trabaja un turno de 12 horas, la perdida de producción es debido a diversos problemas que existe, entre ellos se tiene problemas de temperatura y de material que se tiene.

En la actualidad la empresa una las dificultades principales que tiene es la entrega de sus producto a tiempo por demoras en su proceso de producción, esto debido a que en la empresa no se cuenta con un sistema de refrigeración para el agua de la tina donde se recepciona el zuncho que sale del cabezal de la extrusora, al no contar con este sistema hay pérdida de tiempo cuando se cambia el agua cada vez que se calienta, hay material que se malogra y parte de este que se tiene que procesar nuevamente enviando al molino de polipropileno, ocasionando gastos para la empresa, por otro lado se tiene reclamos de los clientes por baja calidad del producto (baja resistencia), no se viene cumpliendo con las características físicas que debe tener el producto espesor y ancho del producto final.

En el siguiente gráfico (árbol de problemas) se muestra las principales causas que existen en la línea de producción en la empresa SIVEIN SAC y sus consecuencias de estas causas.

DIAGRAMA ÁRBOL DE PROBLEMAS

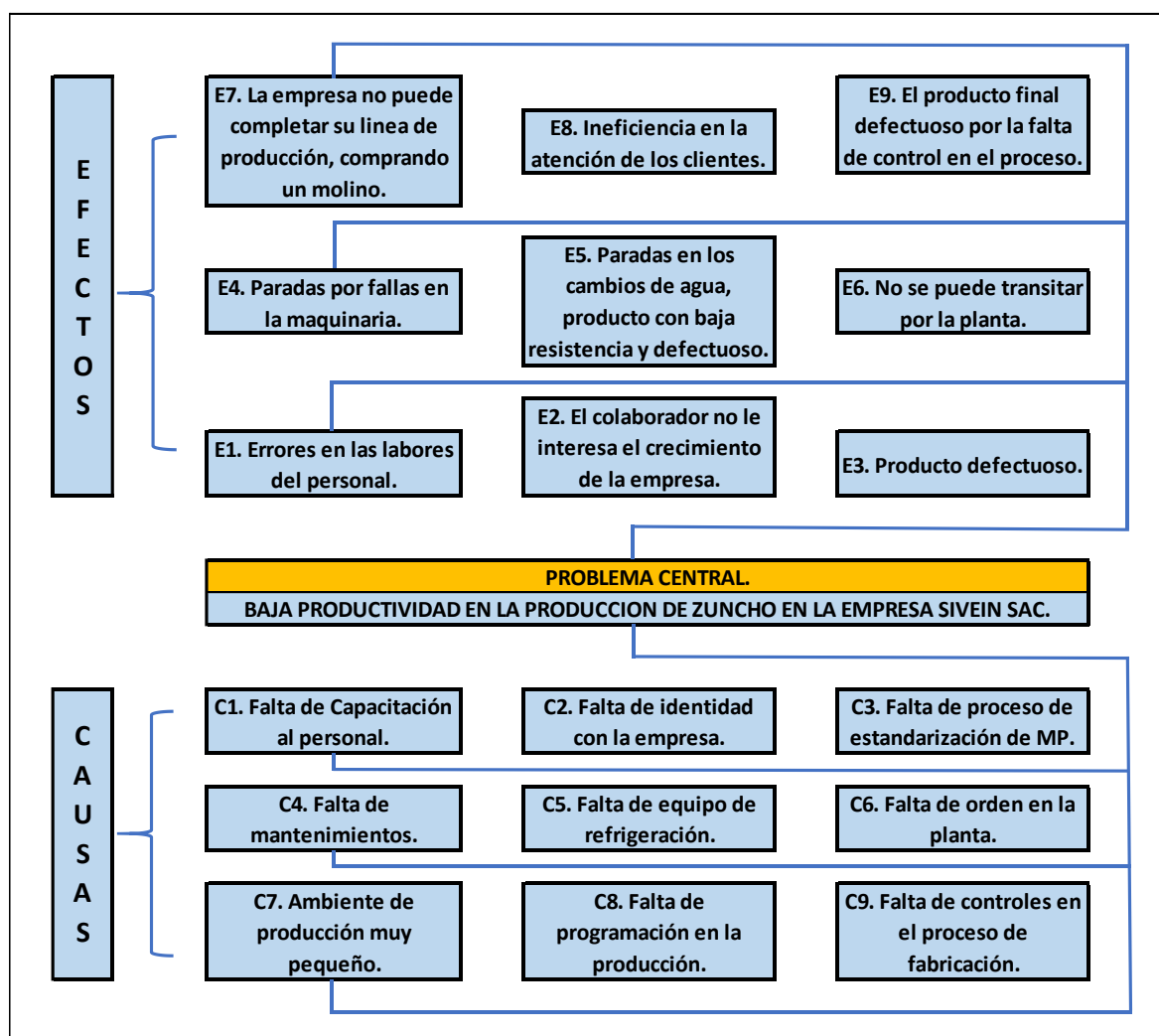


Figura 1. Diagrama de árbol de Problemas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1, se observa el diagrama del árbol de problemas en donde tenemos a las principales causas que vienen generando la baja productividad y baja calidad del producto por otro lado se puede apreciar los efectos que tienen estas causas.

Para un mejor análisis de las principales causas que vienen generando retrasos en la producción, baja calidad del producto, ocasionando pérdidas de producción por lo tanto pérdidas económicas para la empresa se realiza el diagrama de Ishikawa como se muestra en la siguiente figura.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

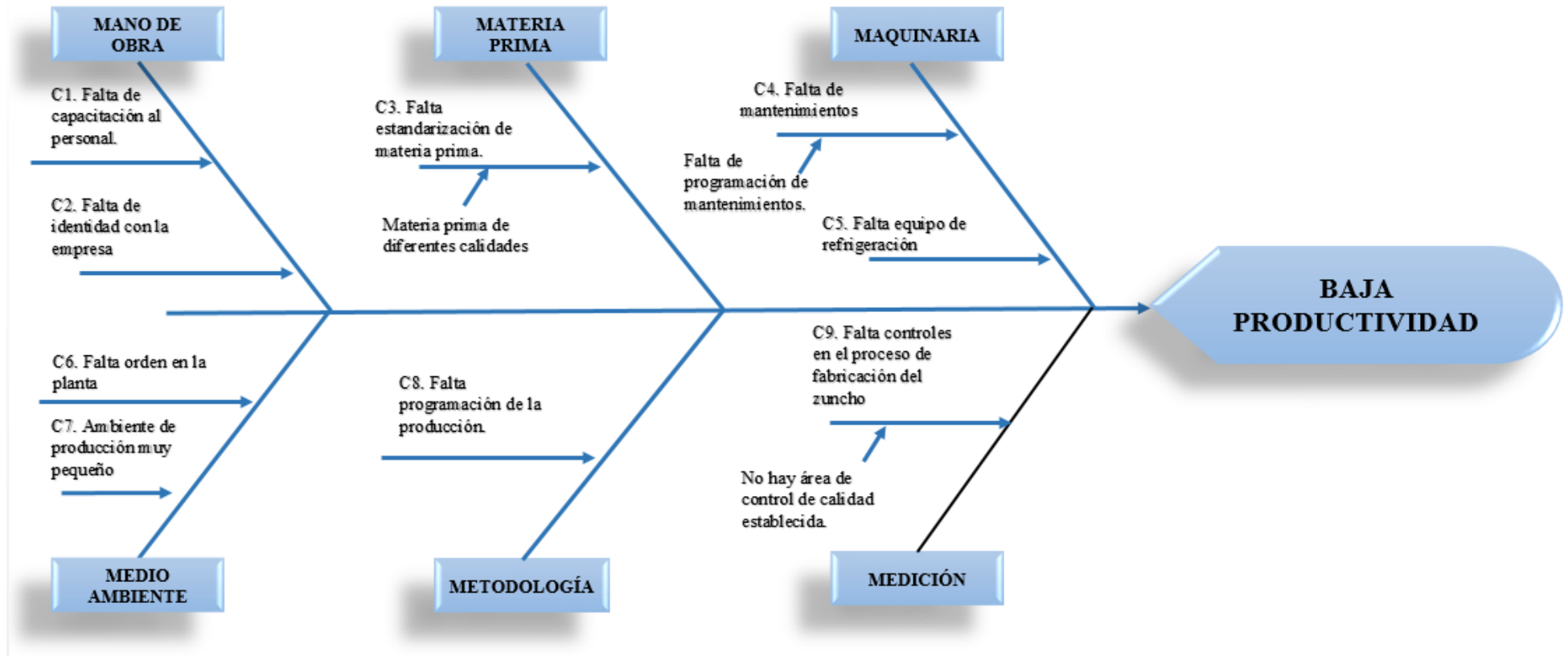


Figura 2. Diagrama de Ishikawa - (causa - efecto)

Fuente: Elaboración propia.

Después de un análisis con ayuda del diagrama de Ishikawa como se puede apreciar en la figura 2, se muestra las causas por las cuales se generan las demoras en la producción.

Tabla 1. Causas principales.

| CAUSAS | |
|-----------|---|
| C1 | Falta de capacitación al personal. |
| C2 | Falta de identidad con la empresa. |
| C3 | Falta estandarización de materia prima. |
| C4 | Faltan mantenimientos. |
| C5 | Falta equipo de refrigeración. |
| C6 | Falta orden en la planta. |
| C7 | Ambiente de producción muy pequeño. |
| C8 | Falta programación de la producción. |
| C9 | Faltan controles en el proceso de fabricación del zuncho. |

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 1, muestra el listado de las principales causas que generan las pérdidas de producción de zuncho en la empresa SIVEIN SAC.

Tabla 2. Escala para la valoración de las causas.

| CRITERIO | ESCALA |
|-----------------|--------|
| poco importante | 0 |
| importante | 1 |
| muy importante | 2 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2, se puede apreciar los valores que se tomarán en cuenta, según el grado de incidencia o según qué tan importante es la causa y como afecta a la productividad de la empresa, por otro lado como viene generando la mala calidad del producto, para esto se tomó en cuenta la opinión del encargado de la producción y del gerente de la empresa

Tabla 3. Matriz Correlacional

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | PUNTAJE |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| C1 | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| C2 | 1 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| C3 | 2 | 2 | | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 12 |
| C4 | 0 | 1 | 0 | | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| C5 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 16 |
| C6 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 6 |
| C7 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | 1 | 0 | 5 |
| C8 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | | 0 | 8 |
| C9 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | | 12 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3, muestra el análisis de la herramienta Matriz Correlacional, la cual muestra la conectividad entre las causas que se han obtenido del análisis en el diagrama de Ishikawa, la enumeración del C1 al C9 corresponde a las variables señaladas en el diagrama Ishikawa de la figura 1.

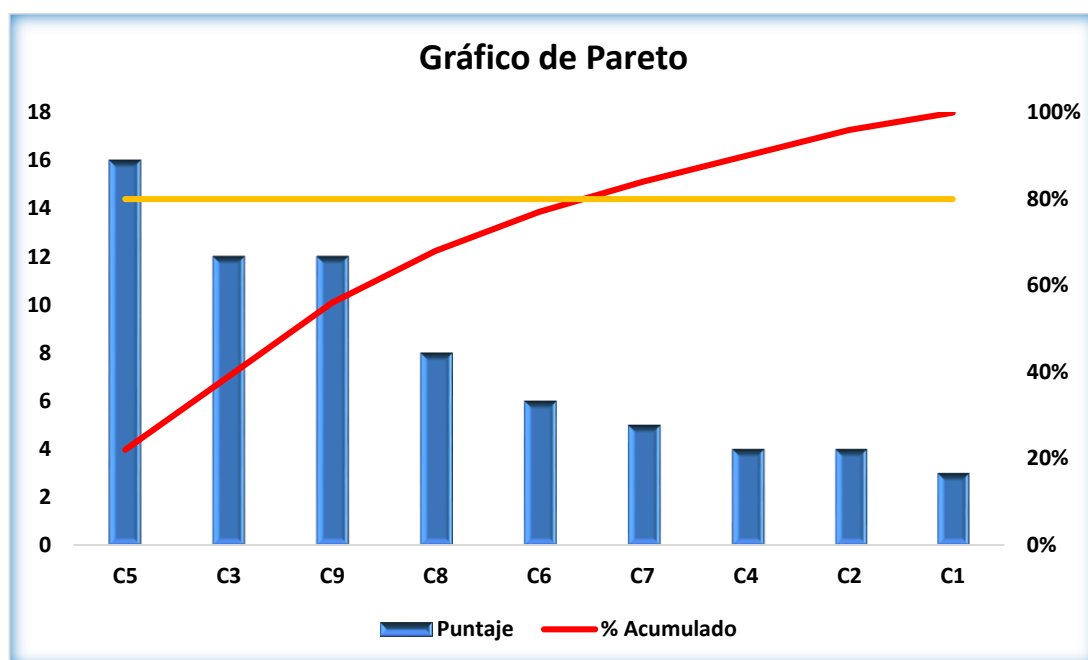
Tabla 4. Promedio ponderado de las causas del problema

| N° | Estratificación | Causas | Puntaje | % Acumulado | % |
|----|-----------------|---|---------|-------------|------|
| C5 | Maquinaria. | Falta sistema de enfriamiento de agua | 16 | 22% | 22% |
| C3 | Materia prima. | Falta de estandarización de materia prima. | 12 | 39% | 17% |
| C9 | Medición. | Faltan controles en el proceso de fabricación del zuncho. | 12 | 56% | 17% |
| C8 | Metodología. | Falta programación en la producción. | 8 | 68% | 12% |
| C6 | Medio ambiente. | Falta de orden en la planta. | 6 | 77% | 9% |
| C7 | Medio ambiente. | Ambiente de producción muy pequeño. | 5 | 84% | 7% |
| C4 | Maquinaria | Falta programación de mantenimiento | 4 | 90% | 6% |
| C2 | Mano de obra | Falta de identidad con la empresa. | 4 | 96% | 6% |
| C1 | Mano de obra | Falta de capacitación al personal. | 3 | 100% | 4% |
| | | | 71 | | 100% |

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4, se realiza el listado de las causas del problema, obteniendo el porcentaje acumulada de estas, según el puntaje obtenido en el Diagrama Correlacional de la tabla 2. Para posteriormente realizar el Diagrama de Pareto el cual indica las principales causas del problema y en las cuales se enfoca el proyecto de investigación.

Gráfico 5. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia.

A partir del estudio de las causas, tal como lo indica el Diagrama de Pareto en la Gráfico 5, se revela que la mayor parte de defectos están se están generando por la falta de un sistema de refrigeración (C5), en la falta de estandarización de la materia prima (C3) y la falta de controles en el proceso de fabricación del zuncho (C9). Estas se encuentran dentro del 80% de las causas del problema. Estas situaciones afectan considerablemente la productividad de la empresa. Al no existir un sistema de enfriamiento de agua (sistema de refrigeración) no se puede mantener a una temperatura constante en el agua donde se decepciona el material proveniente del cabezal de la extrusora, ocasionando pérdida de tiempo en el cambio de agua, pérdida de material y pérdida de producción, mientras que por la falta de estandarización de la materia prima no se puede lograr un producto de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes, al no existir los controles adecuados en la producción, se tiene fallas en el producto final que es el zuncho.

Tabla 5. Matriz de estratificación de la línea de producción de zuncho

| FALLAS EN EL ZUNCHO | ESTANDARIZACION DE MATERIAL | MEZCLADO DEL MATERIAL | TEMPERATURA EN EL TANQUE DE AGUA | CONTROL EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN | BOBINADO DEL ZUNCHO | PESADO DEL ZUNCHO | TOTAL |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|-------|
| BAJA RESISTENCIA DEL ZUNCHO | 18 | 3 | 26 | 17 | 0 | 0 | 64 |
| ESPESOR DEL ZUNCHO | 8 | 3 | 15 | 8 | 3 | 0 | 37 |
| ANCHO DEL ZUNCHO | 8 | 2 | 15 | 8 | 2 | 0 | 35 |
| TOTAL | 34 | 8 | 56 | 33 | 5 | 0 | 136 |

Fuente: La empresa. Elaboración: propia.

La tabla 5, muestra la cantidad de fallas existentes en el zuncho, se tomó como muestra una semana de producción, esto da como resultado que la temperatura en el tanque de agua, la estandarización del material y el control del proceso de producción son los puntos más crítico y que provoca la cantidad de fallas y defectos en el producto (zuncho).

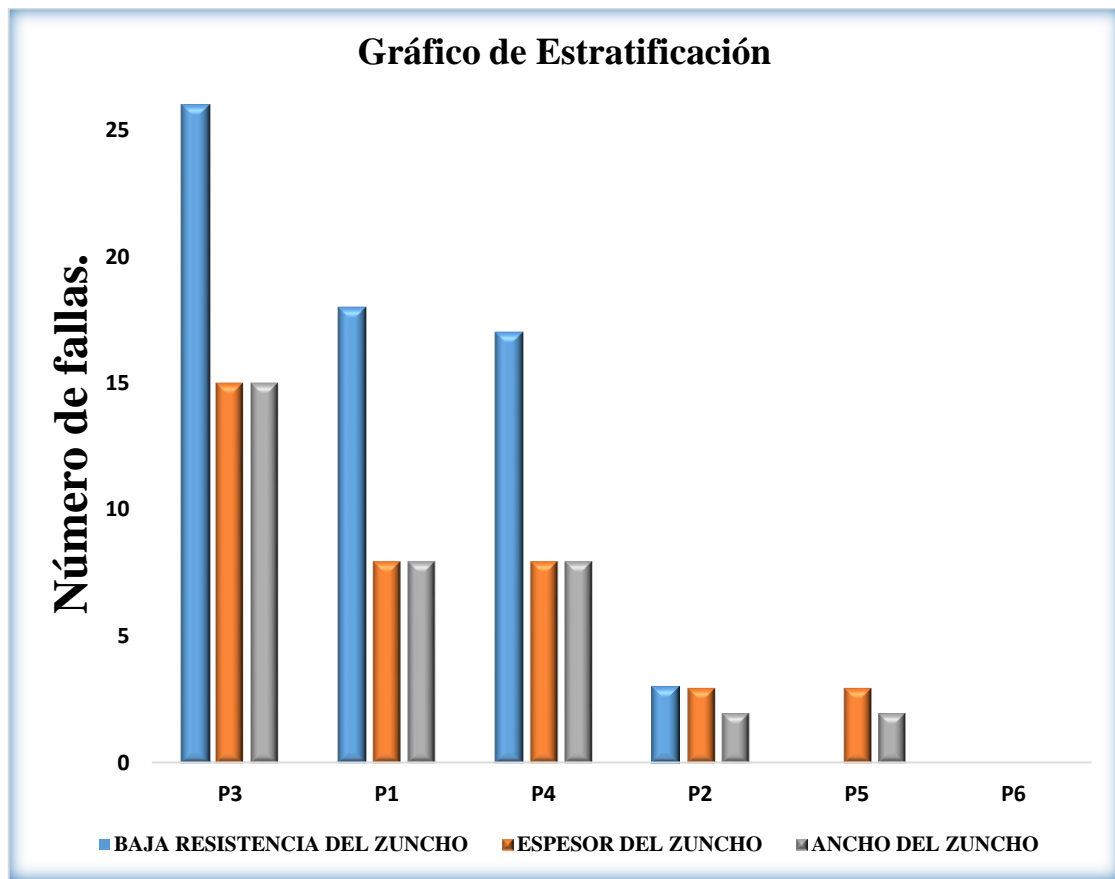
Tabla 6. Fallas y procesos en la producción de zuncho

| Fallas. | |
|-----------|---------------------------------------|
| F1 | Baja resistencia del zuncho. |
| F2 | Espesor del zuncho. |
| F3 | Ancho del zuncho. |
| Procesos. | |
| P1 | Estandarización de MP. |
| P2 | Mezclado del material. |
| P3 | Temperatura en el tanque de agua. |
| P4 | Control en el proceso de fabricación. |
| P5 | Bobinado del Zuncho. |
| P6 | Pesado del Zuncho. |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6, se muestra las fallas principales que se generan en la línea de producción del zuncho, por otro lado los procesos en los que se generan estas fallas.

Gráfico 6. Estratificación



Elaboración: propia

En el gráfico 6, se puede apreciar que la temperatura en el tanque de agua (P3), la estandarización de materia prima (P1) y el control en el proceso de fabricación del zuncho (P4) están generando la mayor cantidad de fallas en el producto (zuncho). Que son baja resistencia en el material, el espesor el del zuncho no es el adecuado y no cumple las expectativas del cliente, así mismo el ancho del producto sale muy delgado o muy grueso siendo muy tedioso para el operador regular la máquina para que el producto salga de la manera correcta.

1.2. Trabajos previos

Para la investigación que se realiza nos basamos en trabajos realizados por diversos estudiantes de las diferentes universidad del Perú y de universidades extranjeras, estos trabajos de investigación sirve como base para el trabajo realizado.

1.2.1. Internacionales

LÓPEZ, Juan. “Incremento de productividad en Copamex corrugados México S.A. de C.V., utilizando en la manufactura esbelta”. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Industrial. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México 2017. La investigación es de tipo aplicada, tiene un diseño cuasi – experimental. El objetivo de esta tesis es reducir los tiempos de entrega, así como las devoluciones por defectos de la calidad en el producto final, para esto propone adaptar la Manufactura Esbelta en los procesos que ya cuenta en la actualidad Copamex, el autor menciona que se debe contemplar ciertos aspectos específicos de su cultura, lo cual se convierte en el principal problema al momento de realizar una implementación plena dentro de un sistema inmerso en la sociedad Mexicana, Las técnicas utilizadas son; 5's, Mapa de la cadena de valor, Calculo del ritmo de la producción, Aplicación de la metodología DMAIC. El tipo de investigación es aplicada. En conclusión la aplicación de las diferentes herramientas ayudaron a mejorar las diferentes etapas del proceso, la productividad aumentó en 1.08% comparado con la situación inicial de la compañía, esto generando un ahorro anual de \$. 3,269 307.41 confirmando el objetivo de inicial de la tesis.

GUERRERO, Pablo, León, Gabriel. “Ciclo de mejora DMAIC aplicado en el Taller de Servicio Posventa de Pro-auto C.A.” Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Universidad San Francisco de Quito USFQ. Quito Ecuador 2017. La investigación es de tipo aplicada, tiene un diseño cuasi – experimental. El presente trabajo tiene como objetivo principal el levantamiento de los procesos de la cadena de valor del servicio de posventa de Pro-auto, determinar los procesos más relevantes desde el punto de vista del cliente, proponer mejoras y comparar el escenario actual con el propuesto de los procesos que lo requieran. Para la determinación realizaron pruebas en su procesos para determinar su valor agregado de su propuesta de mejora en el proceso, en el cual se tiene un total de 31 actividades, es decir, se aumentaron seis actividades al proceso levantado en un inicio. Como resultado del análisis se tienen 13 actividades que agregan valor que representa un 41.9% del total de actividades, 17 actividades que no

agregan valor, pero son necesarias que representan un 54.8% del total de actividades y finalmente una actividad desperdicio que representa un 3.2% del total de actividades. Por lo que se puede evidenciar un aumento de 13.9% de actividades que agregan valor, un aumento de 2.8% de actividades que no generan valor pero son necesarias y una disminución de 16.8% de desperdicios. El resultado del análisis de valor agregado To Be. El tipo de investigación del trabajo es aplicada.

Los autores concluyen que dentro de la cadena de valor del servicio posventa fue posible la aplicación de la metodología DMAIC, ya que la misma puede ser muy efectiva para el taller, pues como se evidencio en la prueba piloto se mejora el desempeño de los procesos, volviendo a estos más eficientes, reduciendo la utilización de recursos, tiempo, costos, etc. También identificando actividades que generan y no generan valor tanto para la empresa como para los clientes.

ROA, Iván. “Aplicación de la metodología DMAIC al proceso de requerimiento de materiales. Caso aplicado empresa goodyear chile”. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad Técnica Federico Santa María Departamento de Industrias Santiago – Chile 2016. El objetivo principal es la reducción de las pérdidas de material por término de cuota, estimando el potencial ahorro debido a una disminución en los costos asociados, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma DMAIC. El tipo de la investigación utilizada en este trabajo es aplicada. El autor concluye es necesario establece un plan de muestreo y se contabiliza de manera física las pérdidas producidas por concepto de desperdicio de material, también se realiza un acercamiento a las posibles causas que originan la problemática. Se obtiene un promedio semanal de pérdidas de Tela de 827 Kg, mientras que para el caso del acero el valor asciende a 1339 Kg. Por otro lado, como causa probable se tiene que un 56% de las pérdidas se deben a errores de los operadores. Luego de implementadas las mejoras se repite el proceso de medición para evaluar la efectividad de ellas, se obtiene una cantidad promedio por semana para el caso de la tela de 552 Kg.

PÉREZ, Esteban, García, Minor “Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal”. Artículo Tecnología en marca Vol. 27, N° 3 – Pag. 88 – 106. Universidad de Costa Rica. Costa Rica 2014. Los autores tienen como objetivo principal el aumento de la eficiencia general de los equipos, para esto proponen lo siguiente: Dar solución al problema en la empresa siguiendo los pasos de la metodología DMAIC. Mediante indicadores OEE (eficiencia general de los equipos), mencionan que se puede controlar las paradas innecesarias en el proceso y de esta manera lograr que sea contante, otra alternativas es la automatización de algunos sub-procesos en la línea. La metodología de esta investigación es aplicada. En conclusión con la implantación de la metodología DMAIC. Se obtendrá una mejora progresiva en la empresa, realizar una correcta programación de mantenimientos en la máquina monoblock, lo que nos brinda un OEE DE 47% a un 80% de OEE en el proceso. Lo también muestra como mejora de producción que pasa de producir a una velocidad de 70 pets/min (promedio de marzo a septiembre de 2011) a 144 pets/min en diciembre de 2011.

DIEGO, Victoria, Mercado, Valeria. “Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt purepak de 210g en la maquina NIMCO en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma” Trabajo de Grado para obtener el título de Ingeniero Industrial. Universidad de la Costa CUC. Barranquilla. Colombia 2013. El objetivo del trabajo es la reducción de desperdicios en el proceso apoyándose en la metodología DMAIC como campo principal de estudio, durante el proceso el autor muestra la importancia de las diferentes etapas de la metodología DMAIC que son definir, medir, analizar, mejorar y controlar. En el trabajo se menciona que en el proceso de envase del yogurt Pure pak, se generan cantidades considerables de desechos o productos defectuosos. Este desecho es medido en unidad de producto (caja de 210g) sobre el total de la producción, correspondiente al porcentaje de desperdicios respecto a las unidades producidas. En el último año el porcentaje promedio llego al 1,64% y en los últimos dos meses se encuentra en 1,97% de unidades defectuosas. Por esta razón se hace necesaria la reducción de este porcentaje al 1% de la producción diaria. Teniendo en cuenta que el costo de producción unitario es de \$440 y que se verificaron aproximadamente 108.286 unidades/defectuosas por año, el impacto económico con respecto a las pérdidas en costos de producción es de aproximadamente \$ 47.645.840 anual.

La metodología que se empleó en el trabajo es aplicada. Los autores concluyen que luego del desarrollo de este proyecto en la Cooperativa de productores de leche de la costa Atlántica Ltda., llegan a identificar grandes oportunidades de mejora, utilizan herramientas de ingeniería ya utilizadas por otras empresas de gran nombre a nivel mundial. Dentro de las herramientas propuestas durante la ejecución y planeación del proyecto de aplicación se encuentra los planes y programas de mantenimiento correctivos y preventivos, herramientas estadísticas y sistemas de control basadas en ellas, que hicieron el trabajo de análisis del proyecto más eficiente.

1.2.2. Nacionales

REINOZO, George. “Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma”. Tesis para optar el Grado de Magister en Ingeniería Industrial con Mención en Gestión de Operaciones. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú 2016. El autor tiene como objetivo principal la reducción de neumáticos nuevos y defectuosos entregados a sus clientes, para lograr esta propuesta se apoya en la metodología DMAIC que es parte del Six Sigma, la metodología empleada en el trabajo es aplicada. El autor llega a la conclusión que si bien no alcanzó el objetivo establecido inicialmente de 4.5 y 5.0 para los niveles sigma de los neumáticos defectuosos y ampollas en el costado, sin embargo logran una reducción de un 31% el DPM el nivel de desperdicio y en un 78% DPM el nivel de ampollas en el costado. Para el lograr la disminución de los defectos en los neumáticos se tiene que aumentar los esfuerzos para lograrlo. El resultado del costo/beneficio para el presente proyecto es de 254,975 USD lo cual representa un ahorro considerable considerando que el mayor costo se da por mantenimiento de los costos del equipo. Esto permite que el equipo pueda desarrollar otros proyectos adicionales, por lo que sería sumamente beneficioso la implementación del sistema Six Sigma apoyándose en la metodología DMAIC.

BERNARDO, Katherine, Paredes, Jennifer. “aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula, en la universidad autónoma del Perú” Tesis para obtener el título de Ingeniero de Sistemas. Universidad Autónoma del Perú. Lima Perú 2016. El tipo de la investigación es aplicada, el objetivo principal de los autores, mediante la aplicación del six sigma apoyándose en la metodología DMAIC es mejorar el proceso de registro de matrícula en la Universidad Autónoma del Perú. Los autores llegan a la

conclusión de. Demostrar mediante una simulación que al aplicar la metodología Six Sigma aumentó del porcentaje de registros de matrícula por la vía web, así como la mejora del desempeño del proceso del antes versus el después ya que el valor sigma inicial fue de 0,5 sigmas y el nuevo valor del proceso mejorado sería 1.8 sigmas. Además, se comprobó mediante el uso de herramientas de simulación PROMODEL, PROCESS MODEL y BIZAGI, Simulación App UA móvil se logra visualizar las diferencias que existen en el antes y después del tiempo de ciclo, ahorro de recursos y reducción de costos, durante el proceso de registro de matrícula presencial y matrícula vía web.

DELGADO, Emerson. “Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos” Tesis para obtener el grado de Magister en Ingeniería Industrial con mención en gestión de operaciones. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú 2015. El autor tiene como objetivo. El trabajo tiene como tipo de investigación aplicada. La reducción de la merma que es un problema para la empresa. Esto lo desarrolla mediante la implementación de la metodología Six Sigma. En la línea de producción de plásticos. La empresa tiene la necesidad de reducir la generación de scrap en la producción de frascos para uso farmacéutico. El autor menciona que en el año 2014 la merma que se produjo fue de 21%, el autor se pone como objetivo bajar a un 5%, para esto implementa la metodología Six Sigma. Una vez implementado su herramienta de mejora tiene la satisfacción de lograr sus objetivos propuestos inicialmente logrando bajar la generación de merma al 5%.

El autor concluye en que es de vital importancia la implantación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad en la línea de polietileno.

ORNOÑEZ, William, Torres, Jorge. “Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC” Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú 2014. El objetivo principal de la investigación es el análisis y la mejora del proceso productivo de una empresa textil basándose en la metodología DMAIC. Metodología de la investigación aplicada. Los autores llegan a la conclusión, que para la realización del proyecto de mejora empleando la metodología DMAIC se requiere de la colaboración de un grupo de facilitadores dentro de la empresa que conozcan a detalle los procesos. Además, es importante el compromiso de la alta dirección para que el proyecto se ejecute y se interiorice en los colaboradores. En la

evaluación económica realizada al proyecto se puede apreciar que este es viable, ya que en los tres escenarios propuestos por los autores obtienen un VPN mayor a cero, además el TIR es mayor al WACC. Por lo tanto, el proyecto es viable, escenario N° 1 VPN S/ 75.383,49, TIR 15,22%, escenario N° 2 VPN S/ 134.189,96, TIR 20,90%, escenario N° 3 VPN S/ 218.599,86, TIR 26,56%.

BARAHONA, Leandro, Navarro, Jessica. “Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología lean six sigma”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú 2013. El autor plantea una reducción en el consumo de zinc utilizando como herramienta para mejorar la metodología Lean Six Sigma. Se desarrollan las fases de definición, medición, análisis y mejora, utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Six Sigma. Metodología de la investigación aplicada. El autor llega a la conclusión que es fundamental el apoyo de los directivos, jefes y trabajadores colaboren con la nueva metodología a implementar para de esta manera lograr los objetivos deseados en el plazo establecido y con el presupuesto planificado.

En el trabajo, en la fase de identificación del problema en el área de galvanizado, lo realiza mediante una matriz de enfrentamientos que involucra a los factores de frecuencia, las pérdidas obtenidas en el mes. Así se descubre que el exceso de consumo es de 55g/m². Por otro lado define los objetivos, el alcance del proyecto de mejora, a la fase de mejorar lo divide en dos grupos a) herramientas de lean manufacturing y b) herramientas del Six Sigma,

En el primer grupo se desarrolla el planteamiento de la mejora propuesta por cada herramienta analizada en la fase anterior y su beneficio. En el segundo grupo se desarrolla el diseño de experimentos para las dos variables que influyen en el problema principal, analizadas en la fase anterior. De esta manera se obtiene una longitud de inmersión en la tina de zinc de 2.4 m y una velocidad de recogido de 76 m/min, que optimiza el valor de la capa de zinc a 274.7 g/m². Con las mejoras de Six sigma se logra disminuir la capa de zinc de 330 g/m² a 274.7 g/m². Las mejoras de lean manufacturing se ven reflejadas en un flujo continuo del proceso, menciona que al lograr una reducción de paradas y las vibraciones de los equipos, lo cual es fundamental para lograr una velocidad de operación constante para finalizar, en el proyecto de Lean Six Sigma que tendrá una duración de un año, tiene una inversión de 43,166 dólares y genera un ahorro anual de 80,454.6 dólares. Se concluye que

el proyecto es rentable dado que presenta un valor actual neto de 17,799.40 dólares y una tasa interna de retorno de 66%.

1.3. Teorías Relacionadas al tema.

En este trabajo se han identificado dos variables, la variable independiente (la metodología DMAIC) y la variable dependiente (la productividad).

1.3.1. Variable Independiente metodología DMAIC.

La utilización del método DMAIC para la mejora de procesos, de acuerdo a Demirkan (2011), En la organización la institucionalización del proceso DMAIC conlleva a involucrar a un buen número del personal orientado en iniciativas de mejora de proceso. La capacidad de soluciones de problemas será mejorada y esta se destacará al momento de entrenar al personal efectuando simulacros discretos, ya que se usarán las herramientas conformar y analizar mejor las consecuencias de las propuestas. Habitualmente, la reproducción de acontecimientos reservados es catalogada como una de los instrumentos más empleados en el proyecto de mejora “Seis Sigmas”, particularmente en los ciclos de análisis y mejora de DMAIC. No obstante, la capacidad que la simulación debe considerar es la variabilidad y la interdependencia, de experimentar diversas opciones de solución de manera ágil y sencilla, así como de hacer ensayos sin paralizar el normal proceso que ya existe. Por tal motivo, se considera a la simulación uno de los mecanismos más trascendentales para analizar y mejorar los sistemas y por consecuencia un socio magnifico para DMAIC. Para poder generar un progreso positivo y significativo en forma consistente en la organización, es fundamental poseer un modelo estandarizado. DMAIC es parte de la metodología Seis Sigma dentro del proceso de mejora, el cual representa un modelo estructurado y disciplinado

Según Down, Irozowski, Benedict, Shubert, Brender, Gruska, Vallance Krasích y Haughey (2009) El modelo DMAIC significa: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Un factor clave en cada paso es que la administración permita el tiempo y los recursos para lograr cada una de las fases para luchar por la mejora continua. Esta es una de las fuerzas motrices que hacen que Six Sigma sea diferente de otras mejoras de calidad. Las otras fuerzas impulsoras incluyen: lograr que todos en la organización involucrada, lograr que el grupo de tecnología de la información ayude a suministrar datos más rápido para todos, y obtener datos financieros en forma de costo de análisis de calidad. A todos se les pedirá que se involucren

con el modelo Six Sigma para buscar oportunidades de mejora continua en sus áreas de trabajo. Básicamente, harás lo siguiente en cada paso:

- Definir: identificar el problema que causa la disminución de la satisfacción del cliente, la baja productividad.
- Medida: recopilar datos del proceso
- Análisis: estudio del proceso y los datos para obtener pistas sobre lo que se desea
- Mejorar: actuar sobre los datos para cambiar el proceso de mejora
- Control: monitorear el sistema para sostener lo que se ha mejorado.

Se pueden usar varias herramientas y métodos en cada uno de los pasos del DMAIC. Esta es solo una descripción general rápida de muchos de estos artículos. Información más detallada se puede encontrar en las referencias, en Internet, o probablemente en la calidad oficina de su organización. (Green Belt Handbook p. 50)

Según Ocampo (2012), la metodología denominada DMAIC consta de los siguientes cinco pasos o fases: (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) que se ilustra en la siguiente figura.

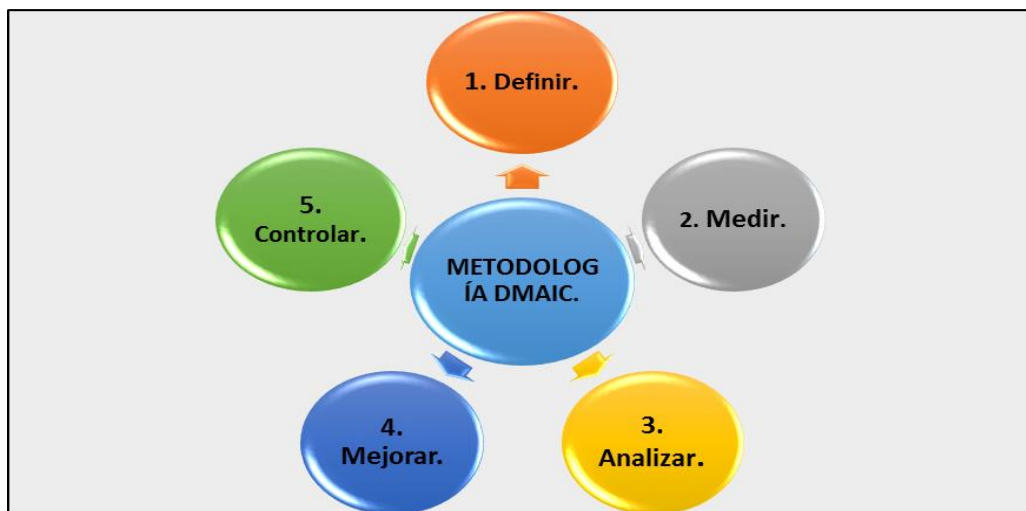


Figura 3. Fases de la metodología DMAIC

Fuente: Ocampo (2012 p. 6)

Definir

Es la primera etapa, en donde se debe identificar los problemas existentes y las posibles soluciones implementado proyectos que ayuden en la mejora de un proceso productivo para satisfacer las necesidades de los consumidores.

Según Bersbach (2009). En la definición apropiada de problemas en una empresa en determinado proceso es necesario responderse preguntas como: ¿Por qué es necesario resolver esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios se espera obtener del proyecto? El entregable en este paso es el chárter del proyecto definiendo el objetivo, alcances, criterios de éxito y entregables principalmente la elección de la cabeza quien dirigirá el proyecto.

Según Down, Irozowski, Benedict, Shubert, Brender, Gruska, Vallance Krasích y Haughey (2009), las principales herramientas de apoyo en esta fase son:

- Identificación del proceso. Par este paso de identificación se debe conocer qué tipo de proceso realiza la empresa, como lo realiza, cuál es su producto bandera que genera ingresos para la empresa, de esta manera se tendrá un panorama más amplio para el estudio.
- Diagrama de flujo. Este diagrama ayuda a la identificación de como es el recorrido, camino o la secuencia que tiene un determinado proceso, muestra la secuencia de cada actividad realizada en los procesos y este se utiliza en todos los campos de estudio.

Modelo de diagrama de flujo.

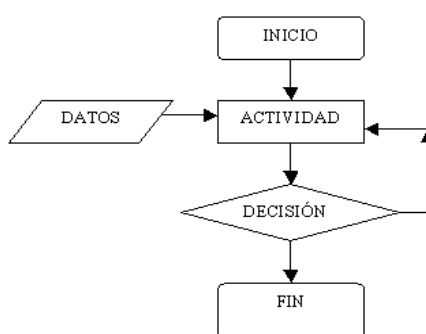


Figura 4. Partes del diagrama de flujo.

Figura: Gutiérrez y Vara p.277

- Gestión de proyectos. En toda empresa es necesario la gestión de proyectos que lleven al desarrollo de la misma, estos deben ser evaluados por profesionales expertos en un

campo determinado, por ejemplo en un diseño mecánico lo realiza un ingeniero mecánico, el plan de costos y los beneficios que generen dicho proyecto lo puede realizar un ingeniero industrial capacitado en costos y presupuestos. La gestión de proyectos también se utiliza para realizar planes de contingencia ante una eventualidad en un proceso o cualquier situación que pueda interrumpir en la producción de la empresa.

En esta fase para definir el problema que se tiene en la empresa SIVEIN SAC nos apoyamos en las diferentes herramientas de la ingeniería como el diagrama de ISHIKAWA y el gráfico de Pareto en donde identificaremos las posibles causas que generan la falta de productividad en la empresa generando retrasos en la producción, baja calidad del producto y la falta de atención de los pedidos de los clientes, se establecerán objetivos que ayudaran a lograr el desarrollo de la empresa. Con la creación del grupo de trabajo se realizara la distribución de tareas y programación de los periodos que llevará a cabo la implementación de la mejora y de esta manera generar un desarrollo sostenible de la empresa.

Medir

Cuando se tiene definido el problema que está presente en un determinado proceso, se establece como medir los datos existentes para un estudio de estos y tener un panorama más amplio de los factores que están causando el problema.

Según Yang la medición es un paso muy importante, ya que involucra la colección de datos para evaluar el nivel actual de performance del proceso y provee la información necesaria para las etapas de análisis y mejora (2003: 44 pp). En esta etapa se debe usar métricas que ayuden a monitorear el progreso con respecto a los objetivos definidos en el paso anterior. Es indispensable la identificación de todos los parámetros que pueden estar afectando la productividad de la empresa. Se tienen que crear los instrumentos de medición, el cómo se va a recolectar, que técnicas se van a utilizar para la recolección de datos para medir que capacidad tiene un determinado proceso. Los entregables en esta etapa son: Matriz de priorización, Estudios de tiempos, diagrama de flujo de objetos (OFD) del sistema y los correspondientes modelos estadísticos de los datos recolectados. Para su desarrollo es necesario obtener un diagrama de flujo del sistema, así como recolectar y procesar los datos asociados (estructurales, operacionales y numéricos).

Según Down, Irozowski, Benedict, Shubert, Brender, Gruska, Vallance Krasích y Haughey (2008), las principales herramientas de apoyo en esta fase son:

- Plan de recolección de datos; Para esto se puede apoyar en las fichas y formatos de toma de tiempos, en donde tendremos datos de cuantitativos del tiempo que demora cada etapa de un proceso, otro formato son los de indicadores de productividad que tiene la empresa para un determinado proceso.
- Hojas de inspección; Estos formatos que se puede diseñar de acuerdo a la necesidad que se tenga para el estudio de datos de un proceso, estos datos servirán de análisis para la creación de los indicadores que se pueda necesitar y medirlos.

Formato general de hoja de inspección.

| DEFECTO | DIA | | | | TOTAL |
|-------------------|-----|-----|-----|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Tamaño erróneo | I | | III | II | 26 |
| Forma errónea | I | III | III | II | 9 |
| Depto. Equivocado | | I | I | I | 8 |
| Peso erróneo | I | III | III | | 37 |
| Mal Acabado | II | III | I | I | 7 |
| TOTAL | 25 | 20 | 21 | 21 | 87 |

Figura 5. Formato hoja de inspección.

Fuente: ISO 9000

En esta etapa se definirán los indicadores que nos sirvan de apoyo para medir el comportamiento de la producción, de cómo se comportan dichos indicadores antes de la implementación de la mejora que se proponga y una vez implementada realizar las comparaciones y verificar si realmente se tiene mejoras en la productividad de la empresa.

Analizar

En esta etapa se analizaran los datos obtenidos en la fase anterior que brindara un panorama más exacto de los problemas existentes en el proceso, en donde se puede tomar decisiones de qué medidas se puede tomar para la mejora y solución del o los problemas existentes en dicho proceso. Para esto se utiliza herramientas de análisis en los datos obtenidos como diagrama de causa efecto, diagramas de Pareto, diagrama de correlación, etc.

Algunas de las herramientas de apoyo para el análisis son:

- **Análisis FODA;** Esta herramienta nos ayuda a reconocer las fortalezas, oportunidades, las debilidades y amenazas, en donde las fortalezas y debilidades se dan en un análisis interno y las oportunidades y amenazas se dan en un análisis externo a la empresa u organización, este análisis del cual se puede sacar provecho para la implementación de una metodología para la solución de problemas.
- **Diagrama de causa – efectos;** En donde se analiza todas las posibles causas que generan problemas en la producción o el proceso, el análisis del efecto y consecuencias que tienen estas causas, de donde se puede seleccionar las que tienen mayor impacto y las que se requiere una atención inmediata para evitar problemas más graves con consecuencias que generen mayores pérdidas para la empresa u organización.
- **Gráfico de Pareto;** Esta herramienta de análisis permite visualizar de mejor manera la diferenciación de problemas existentes en un proceso de fabricación o línea de producción. Da la certeza de que herramienta o metodología puede ser útil para la solución de las fallas en el proceso productivo.

En la fase del proyecto también se puede apoyar en herramientas de estadística con los datos obtenidos en la fase previa y que estos resultados lleven a tomar las decisiones adecuadas.

Mejorar

Cuando se llega a la identificación del problema, se puede ver que herramienta se puede emplear para las soluciones, en esta fase se implantará la mejor propuesta de solución de mejora del proceso productivo, para hacer esto nos podemos apoyar en una lluvia de ideas que genere propuestas de solución involucrando herramientas de ingeniería que nos lleven a optimizar el proceso existente.

En la fase de Mejora junto al grupo creado en la fase definir se buscará de manera creativa del cómo desarrollar los trabajos pendientes, hacerlas de manera eficiente generando ahorro de recursos y un incremento en las utilidades de la empresa. Para esto utilizar la gestión de proyectos y otras herramientas de planificación y gestión para poner en práctica el nuevo enfoque.

Según Down, Irozowski, Benedict, Shubert, Brender, Gruska, Vallance Krasích y Haughey (2008), las principales herramientas de apoyo en esta fase son:

- La mejora de procesos; Esto lleva a la optimización del proceso en si para mejorar la eficacia y eficiencia de esta manera obtener un línea de producción expedita, esto se logra con la capacitación del personal, implantación de nueva tecnología, programación adecuada de mantenimientos, lograr que se involucre todos los miembros de la organización desde los altos mandos hasta el personal de producción y limpieza.
- Reducción de la variación; Esto está referido a mantener una producción constante sin pérdidas de tiempo, material por fallas de calibración u otros defectos que pueda existir en el proceso.
- Resolución de problemas; Para la resolución de problemas se logra con la capacitación constante del personal encargado de cada área. Por el ejemplo en jefe de mantenimiento de una planta debe contar con técnicos expertos en las diferentes aplicaciones como mecánicos y electricistas. Estos tienen que conocer las maquinas, estar familiarizados con las posibles fallas que se puedan presentar, de esta manera la solución de problemas se a lo optima posible. Otro factor importante es la gestión de repuestos que maneje el área en mención, facilitando las reparaciones garantizando la rápida solución.

Controlar

Una vez encontrada la manera de mejorar el proceso, es necesario encontrar como asegurar que la solución sea sostenible en el tiempo, para esto se debe diseñar e implementar una estrategia de control, que asegure que el proceso siga corriendo de manera eficiente. Las herramientas que podemos utilizar en esta etapa pueden ser gráficos comparativos, diagramas de control, diagramas de estandarización de procesos, planes de contingencia, programación de mantenimientos preventivos. (Pyzdek 2003: p.238).

Según Down, Irozowski, Benedict, Shubert, Brender, Gruska, Vallance Krasích y Haughey (2008), las principales herramientas de apoyo en esta fase son:

- Plan de control; No es más que la implantación programada de llevar control del proceso productivo, tomar datos que ayuden como indicadores de variabilidad y comportamiento del sistema, esto garantiza que se pueda tomar las decisiones adecuadas ante una variación muy notoria de la producción.

- prueba de errores; Esto lleva a realizar pruebas en el producto terminado o en cualquier parte del proceso para la verificación de si se está cumpliendo con la calidad del producto que se desea para evitar posteriores reclamos por parte de los clientes.
- Gráficos de comportamiento del proceso; Es importante graficar los datos que se obtengan para realizar comparaciones con gráficos anteriores de la producción, verificar si se cumple con los objetivos.

En esta fase se utiliza las herramientas y métodos para demostrar las mejoras que se han logrado con la implantación de las soluciones y que estas aportan al desarrollo de la empresa u organización. Lo importante es esta fase es llevar el registro de todo lo que se realice y poder utilizar de apoyo en cualquier momento que sea necesario (Green Belt Handbook p. 52).

1.3.2. Variable Dependiente Productividad

La productividad no es más que la relación entre lo producido de una organización y los recursos utilizados para obtener. También lo podemos tomar como la utilización eficiente de todos los recursos, como materia prima, dinero, mano de obra, la energía, etc. Mientras más productiva sea la organización más rentable será esta (Prokopenko, 1989, p.3).

Para mejorar la productividad existen algunos factores que la organización puede controlar que son los factores internos, mientras que hay factores no controlables que son los factores externos (Prokopenko, 1989, p.9).

Según Gutiérrez (2014), la productividad está basada en los resultados que se generan en un proceso productivo, de manera que si se logra aumentar la productividad de la organización, esto genera satisfacción en general para la organización (p.20).

Según Cruelles (2013), la productividad es un ratio que hace la medición del nivel de aprovechamiento de las causas que influyen a la hora de la elaboración de un producto; se hace entonces el requerimiento del control de la productividad. Cuanto más sea la productividad de nuestra organización, menor serán los costos de producción y, por lo tanto, se desarrollara nuestra competitividad dentro del mercado (p.10).

La productividad es la interacción del producto y los insumos establecidos para su obtención a lo largo de un proceso de productivo. Cuando ambas variables tienen la misma naturaleza,

se puede medición como un cociente (diferencia) entre dos dimensiones cuantificadas por alguna propiedad física (p.6).

Productividad = Eficiencia x Eficacia

Fuente: Gutiérrez, Calidad y Productividad, p.21.

Según Álvarez (2001), cuando se habla de productividad, normalmente se hace referencia al concepto de productividad media de un factor, es decir, el número de unidades producidas por cada unidad empleada. A pesar de que la productividad y eficiencia son conceptos distintos, en la literatura económica el concepto de productividad media de un factor se ha utilizado frecuentemente como sinónimo de eficiencia. Este inconveniente de la medidas universales de productividad se ha intentado superar a través del concepto de productividad total de los factores (PTF), el cual se puede definir como un cociente entre una suma ponderada de elementos obtenidos (x) y una suma ponderada de recursos utilizados (y)

$$PTF = \frac{\sum a_i y_i}{\sum b_j x_j}$$

Donde a_i b_j son respectivamente las ponderaciones de productos obtenidos y recursos utilizados. Si se considera el caso en el que se produce un único elemento y las ponderaciones de los materiales utilizados son los precios de los factores (w_j) el índice se convierte en:

$$PTF = \frac{y}{\sum w_j x_j} = \frac{y}{CT} = \frac{1}{CMe}$$

En este caso el índice PTF es simplemente la inversa del costo medio, por lo que PTF y eficiencia económica son conceptos equivalentes. Pueden definirse distintos índices de PTF dependiendo de las ponderaciones utilizadas (Alvares, 2001 p. 20, 21).

Eficacia

Según Cruelles (2013), la eficacia es el nivel en el que se logran las metas. Se identifica el logro de estas mismas (“hacer las cosas correctas”) (p.11).

Según Parejo (1995), la eficacia hace referencia a la producción real o efectiva de una consecuencia (p.92).

Es la relación ente los productos logrados y las metas que se tiene fijadas, el índice de eficacia expresa en el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido (García, p.17, 2011).

$$Eficacia = \frac{\textit{Productos logrados}}{\textit{Metas}} \times 100$$

Eficiencia

Según Cruelles (2013) la eficiencia es la medición de la relación entre insumos y producción, busca disminuir el costo de las demandas (“hacer bien las cosas”).En desarrollo numéricos, es la interacción de la producción real obtenida de la producción estándar requerido (p.10).

Según Diez (2007) la eficiencia desarrollara dos insumos, para generar un producto, disminuciones del provecho constantes a escala total conocimiento de la función de producción (p.8).

$$Eficiencia = \frac{\textit{Tiempo Util}}{\textit{Tiempo total}} \times 100$$

Factores de productividad

Según Tristán (2010), la esencia que conforma la productividad de las empresas se asocia directamente con las variables que desarrollan su estructura, los subsistemas de empleo que utiliza y los factores que establecen la conducta de sus empleados, e indirectamente se asocia con las cualidades del entorno en el que se encuentran.

Los factores que se considera que afectan directamente la productividad son:

Mano de obra: El recurso humano es un beneficio de la productividad, ya que dé él depende en gran parte si se da producción o no. En la medida que los trabajadores que laboran en una planta evite distintas causas que perjudiquen o causen retrasos de producción.

Maquinaria: El contar con las herramientas y maquinaria adecuada sin duda alguna es determinante en el desarrollo de las actividades de una forma más rápida y eficiente para lograr los objetivos y metas de la empresa.

Materiales: el material es un aspecto importante ya que de esto depende en gran parte la calidad de producto final.

Métodos: Estos corresponden a una parte del proceso e indican la manera detallada de hacer una labor. Cuando estos estudios son confusos o no existen la organización vive un caos establecido por las ideas erróneas que cada persona aplica el proceso que cada uno de ellos supone mejor y que va cambiando con el tiempo y la experiencia de cada individuo, conforme esta va obteniendo más experiencia y nuevos conocimientos (pp.25-27).

Eficacia: Es la organización que tiene la empresa para satisfacer al usuario identificado en forma correcta (Urribarri, 2006, p.25).

Eficiencia: Es la medición (como porcentaje) de la producción real para el nivel de producción requerida. La eficiencia mide que bien está funcionando algo en relación con las expectativas, no mide producción relativa ninguna inversión (Mora, 2008, p.12).

Productividad: Es la medición general del aforo para producir un producto o servicio. Es real la producción comparada con la real entrada de insumos (Mora, 2008, p.12).

Procesos

Según Collier (2009) el hallazgo de la obtención de un cierto resultado de actividades se basa en un proceso, y este debe ser entendido desde el punto de vista de negocio. En el cual se mencionan los siguientes (Collier p. 17).

- Proceso de creación de valor: con el fin de producir valor, se involucra en los bienes principales.
- Proceso de apoyo: estos soportan al sistema administrativo.
- Proceso de administración general: considera a RR. HH, marketing y sistema de información.

Mejora de procesos y calidad

Como resultado de diseños de procesos ya existentes es la mejora de procesos, los cuales suceden curiosamente de la nada (collier 2009:281). Es muy significativo decir que esta mejora busca:

- El tener procesos más eficientes ayuda a aumentar los ingresos de la compañía.
- Ante los posibles cambios en la demanda, aumentar la agilidad de respuestas del cliente.

- Aumentar la calidad del servicio al cliente o al producto minimizando el porcentaje de defectos.
- Reducir las actividades que no generen valor agregado o disminuir los costos con el empleo de mejor tecnología. Reducción en el tiempo de flujo del proceso al eliminar esperas o movimientos innecesarios.

CALIDAD

Planificación de la Calidad

Según Juran (1990), lo que ocasiona pérdidas en las ventas, costos adicionales es la deficiente planificación de la calidad, en esto se adiciona la mala calidad. Juran llamó “crisis de la calidad” a lo que recomendó a su vez una adecuada planificación de la calidad en la cual se hace el establecimiento de las políticas y objetivos de calidad. En ello cabe recalcar que se puede revelar los procesos específicos y los recursos que se utilizarán para efectuar con los objetivos.

Capuz et al. (2000), indica que “uno de los principios de la dirección de la calidad moderna es que la calidad se planifica, no se inspecciona”.

DMAIC es una metodología que sirve para mejorar la productividad, y se utiliza como soporte teórico para la investigación, a continuación, se explayarán algunas definiciones que se relacionan con las herramientas de DMAIC

Control de la calidad

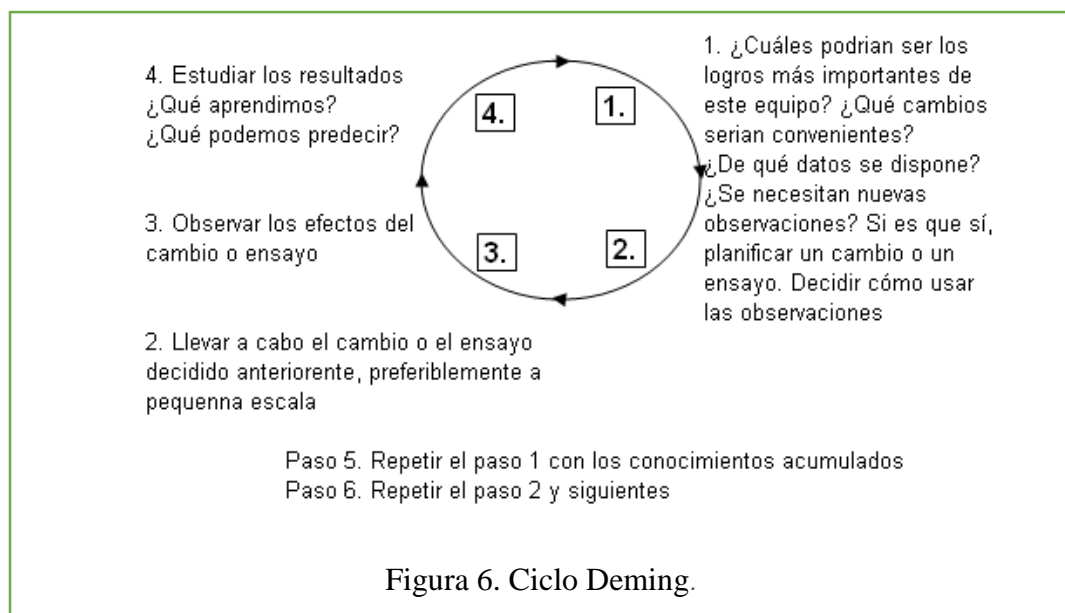
Actos dirigidos a garantizar el cumplimiento de los requisitos funcionales de servicio y de desempeño de los productos, estos deben estar conforme a los parámetros específicos, esto se realiza para el control de calidad de una empresa, como resultado reduce los costos e incrementa la productividad (Enrick, 1989). Se hace la búsqueda de las causas de los productos o servicios que no estén conformes (Capuz *et al.*, 2000). A través de técnicas estadísticas se hace un control de calidad para los procesos y los productos, de esta manera se logra eliminar las causas que originan la variabilidad de las características de la calidad, esto nos da como resultado procesos controlados (Cuatrecasas, 2000).

Para que la compañía logre cumplir los objetivos de calidad se necesita una organización efectiva. Ishikawa (1986) Siempre y cuando exista un compromiso de la empresa, se logrará

tener un control de calidad total en el proceso que se requiera, derivando la responsabilidad al personal del autocontrol, esto quiere decir que se elimina la inspección. Disminuir los costos y hacer una mejora competitiva se consigue a través de la correcta aplicación de control.

Según Evans y Lindsay (2008), la filosofía Deming sirve para aminorar la variabilidad e incertidumbre de los procesos (la causa inicial de la mala calidad para el ciclo Deming). Los directores deben tener el liderazgo para poder ejercer la mejora continua. El procedimiento que vale oro e impulsa a conseguir la mejora en cualquier etapa se muestra en la Figura 7.

Pasos del ciclo de Deming



Fuente: Deming (1989)

El ciclo de mejora continua de cuatro fases es más conocido como ciclo Deming o PDCA (Planear-Hacer- Controlar- Actuar).

Planear. En este paso se procederá a decretar los objetivos, metas, métodos a utilizar y los medios. Para llevar a cabo el plan de procesos el grupo debe efectuar la participación de los clientes, empleados, los proveedores y sobre todo la alta dirección.

Hacer. En este paso se prefiere realizar el cambio a pequeña escala al momento de ejecutar el proyecto.

Controlar. Durante el proceso de producción y comercialización se debe verificar y/o controlar el producto, de acuerdo a los indicadores de calidad.

Analizar y Actuar. Para conseguir la mejora continua se debe realizar la interpretación de reportes y registros del producto y procesos de producción y comercialización (Evans, 2008; Álvarez *et al.*, 2006; Walton, 2004; Gómez, 2003).

Esquema del ciclo de Deming

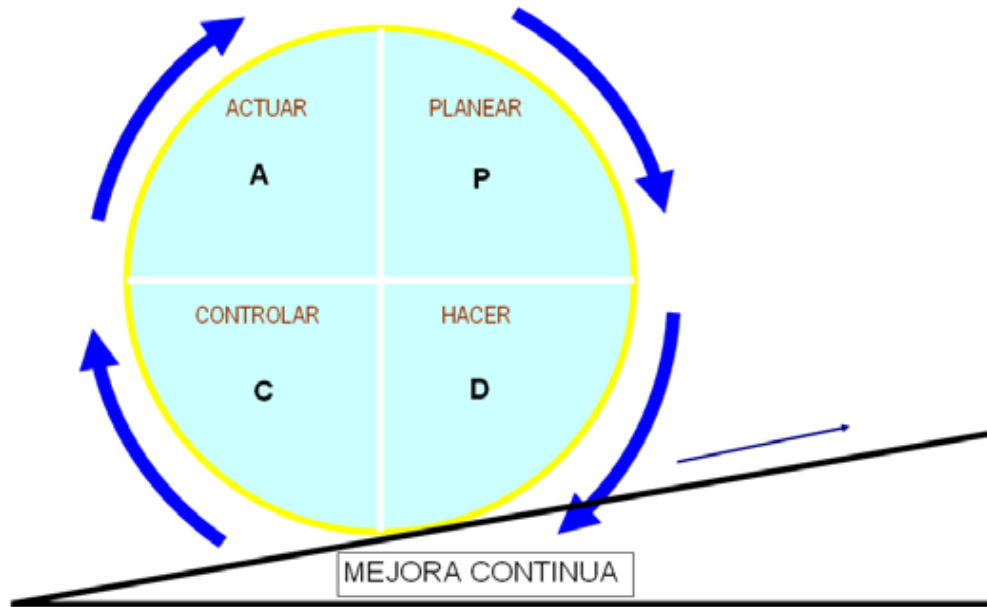


Figura 7. Ciclo PDCA.

Fuente: Álvarez J.M. *et al.* (2006)

Herramientas de apoyo para las diferentes etapas de la metodología DMAIC.

Diagrama de Ishikawa. Según SPC consulting Group (2013) El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, sirve para la representación gráficamente de las posibles fallas, por su forma de construcción también se le conoce con el nombre de diagrama de pescado. En donde la parte de la cabeza representa el problema principal a analizar y las espinas que normalmente nos apoyamos en las 6 emes. Que nos ayudan a identificar los posibles problemas observados y sus causas. Este diagrama fue inventado por el Dr. Kaoru Ishikawa en 1943.

Modelo de diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado

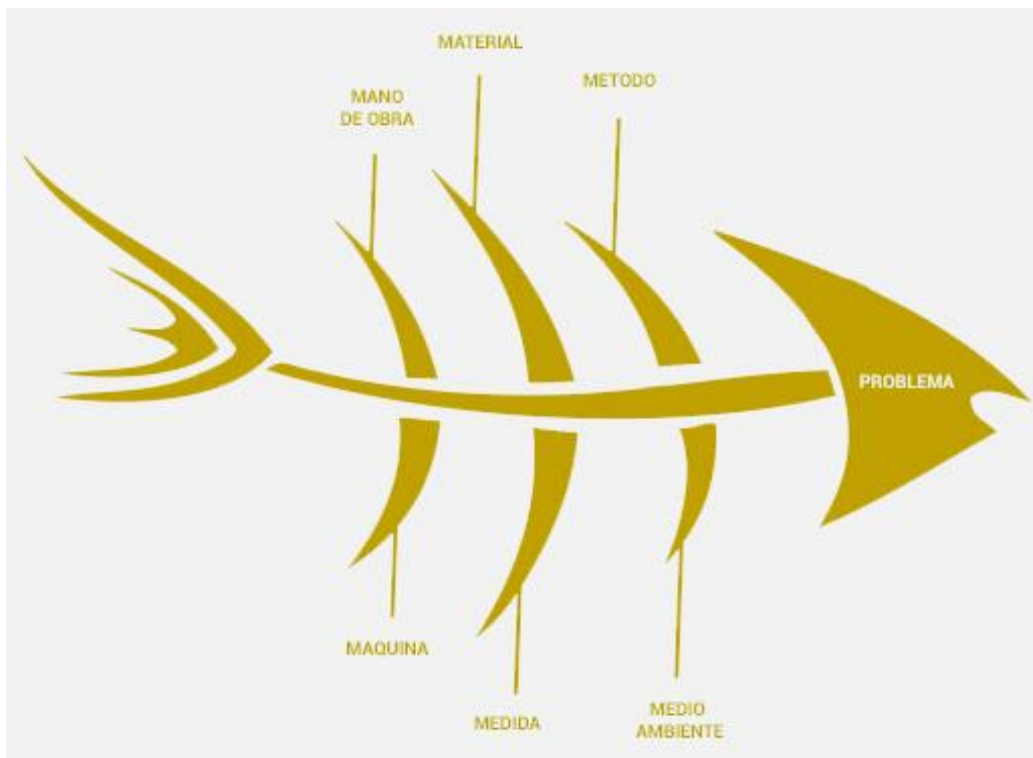


Figura 8. Ejemplo de ishikawa.

Fuente: SPC consulting Group

La figura 8. Muestra cómo elaborar un diagrama de Ishikawa utilizando el método de las 6 m.

Matriz de correlación. Nos ayuda en el estudio de valores cuantitativos y nos proporciona la determinación de variables independientes, para el análisis se plantea en parejas en cada celda, utilizamos valores de 0, 1, 2. Ayuda a medir la relación existente entre cada variable.

Gráfico de Pareto. Según Aiteco (2012), el diagrama de Pareto es la representación de que un 80% de las fallas son causadas por un 20% de los problemas existentes en un determinado proceso. Este gráfico ayuda a entender de mejor manera cuáles son los problemas en los que se tiene que enfocar para dar solución y lograr la disminución de estos para llegar a los objetivos de la empresa. La siguiente imagen se muestra como se representa un gráfico de Pareto.

Modelo de diagrama general de Pareto

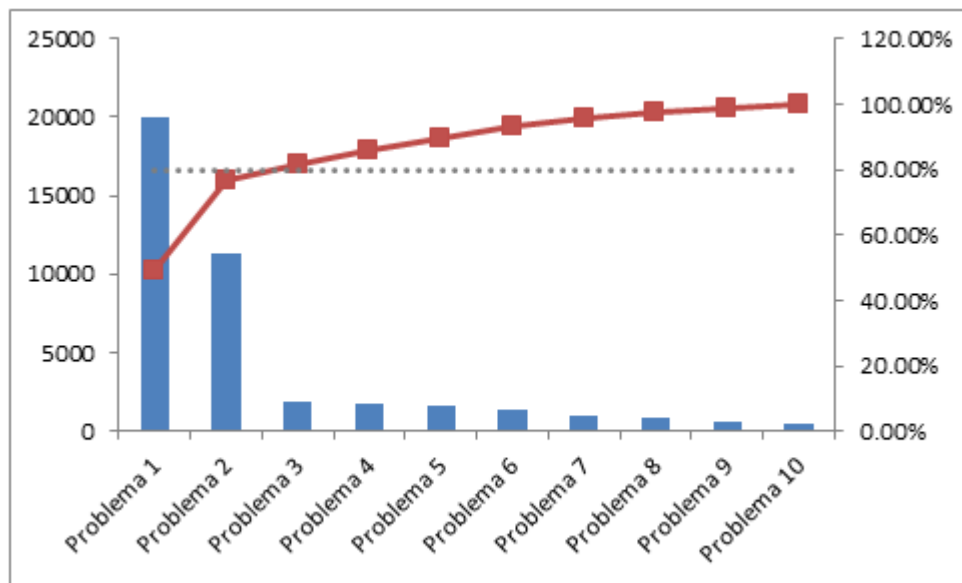


Figura 9. Modelo de Pareto.

Fuente: Aiteco – métodos y herramientas de la mejora

Matriz de estratificación. Que es una de las herramientas de la calidad es un muestreo estratificado o estratificación. Que lleva a la selección o clasificación de datos que nos van a servir como base para el estudio de un determinado problema. El método de analizar y mejorar procesos se puede lograr mediante un muestreo estratificado, esto para lograr los resultado que se desean y que estos sean lo más específicos posible (<http://ingeniero empresa 2016>).

En la siguiente imagen se observa un ejemplo de una matriz de estratificación.

Lluvia de ideas. Esta es una herramienta de las más utilizadas debido a que proporciona la participación de un grupo de trabajo, generando diversos puntos de vista con respecto a un determinado problema. Su creado fue Alex Osborne en año de 1941.

Esta herramienta se utiliza en omentos como:

- Buscar la creatividad de los miembros del equipo.
- Observar los puntos de vista de cada integrante del equipo.
- Buscar alternativas de solución y mejora.

Esta herramienta permite:

- Hallar soluciones a un problema.
- Identificar las causas del problema.
- Ver la creatividad en el planteamiento de una solución.

¿Cómo se utilizar esta herramienta?

- Inicialmente se define el problema a tratar.
- Se selecciona un coordinador del grupo.
- Se delega funciones.
- Se respeta cada idea de los miembros del grupo.
- Se realizará un listado de las posibles soluciones.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN S.A.C.?

1.4.2. Problemas Específicos

¿Cómo la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN S.A.C.?

¿Cómo la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN S.A.C.

1.5. Justificación del Estudio

1.5.1. Económica

El presente trabajo busca mejorar la productividad en la empresa SIVEIN SAC. Mediante la implementación de la metodología DMAIC. Se mejorará los tiempos de producción y aumentar la calidad del producto, de esta manera cumplir con los requerimientos de los clientes, logrando generar mayores ventas y por ende mayores ingresos para la empresa, Se espera aumentar sus ventas en 20% semanal, se reducirán los reclamos por fallas en los productos evitando gastos en devolución de mercadería y en reproceso del producto.

1.5.2. Técnica

Los resultados alcanzados mediante la implementación de la metodología DMAIC, se muestran a través de la mejora de la productividad de la empresa, logrando controlar el

proceso de producción de zuncho en sus diferentes etapas de fabricación, reduciendo tiempos y aumentando la calidad del producto se lograra satisfacer las expectativas de los clientes entregando los productos a tiempo y con la calidad requerida.

1.5.3.Social

Con la mejora de la productividad en la empresa se lograra beneficios para todos los miembros de la organización, debido a que si hay una mejor situación económica, tendrán los trabajadores más tranquilidad de que sus empleos son seguros, la estabilidad de la empresa es la estabilidad de sus colaboradores.

1.6. Hipótesis

1.6.1.Hipótesis General

La implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

1.6.2.Hipótesis Específicas

La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

1.7. Objetivos

1.7.1.Objetivo General

Determinar como la implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

1.7.2.Objetivos Específicos

Establecer como implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Establecer como la implementación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El proyecto estará basado bajo el diseño de investigación experimental, de tipo cuasi-experimental, debido a la manipulación de la variable independiente, de esta manera se podrá evaluar los efectos que se generen en la variable dependiente. El grupo de estudio será tomado al azar, tal como lo menciona Bernal, César (2010), en algunas ocasiones se tiene el control de estos, caracterizado principalmente por el estudio antes y después del grupo de estudio (p.146).

Esquema del diseño:

$$G: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Donde:

G: La muestra a quienes se realizara el experimento.

O₁: Medición antes (productividad)

X: Variable Independiente (Metodología DMAIC)

O₂: Medición después (productividad)

El alcance que tendrá es longitudinal, esto debido a que se puede apreciar los cambios que sufra la población en el transcurrir del tiempo.

Por su finalidad, la investigación será aplicada, esto debido a que tiene por objetivo la solución de problemas, empleando teorías ya existentes.

Por su nivel o profundidad, esta será descriptiva, porque hay la finalidad de brindar las cualidades, aspectos del campo de estudio, las dimensiones, etc. Por otro lado es explicativa debido a que se establecerá la relación de las causas y efectos. Según su naturaleza, la investigación es de enfoque Cuantitativa ya que se basa en el uso, recolección y análisis de datos para responder cuestionamientos de investigación.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Metodología DMAIC (V. independiente)

Definición conceptual

La metodología DMAIC es parte de las herramientas del Six Sigma que ayuda principalmente con la definición de problemas, medición de los datos, Análisis de resultados de la medición, a la mejora propuesta y el control de lo implementado. (Pyzdek 2003: p.238).

Se pueden usar varias herramientas y métodos en cada uno de los pasos del DMAIC modelo. Esta es solo una descripción general rápida de muchos de estos artículos. Información más detallada se puede encontrar en las referencias, en Internet, o probablemente en la calidad oficina de su organización. (Green Belt Handbook p. 50)

Productividad (V. Dependiente)

Definición conceptual

La productividad no es más que la relación entre lo producido de una organización y los recursos utilizados para obtener. También lo podemos tomar como la utilización eficiente de todos los recursos, como materia prima, dinero, mano de obra, la energía, etc. Mientras más productiva sea la organización más rentable será esta (Prokopenko, 1989, p.3).

Dimensiones.

Índice de pedidos atendidos. (Ip)

$$I_P = \frac{N^{\circ} \text{ de pedidos atendidos.}}{N^{\circ} \text{ de pedidos totale.}}$$

Índice de productos conformes. (Ic)

$$I_c = \frac{\text{Productos conformes.}}{\text{Producción total.}}$$

2.2.2. Metodología DMAIC (Variable Independiente)

Definición operacional

La utilización del método DMAIC para la mejoría de proceso, de acuerdo a Demirkan (2011), En la organización de la institucionalización del proceso DMAIC conlleva al ejecutar un gran número de personal orientados en iniciativas de mejora de proceso. La capacidad de soluciones de problemas será mejorada y esta se destacará al momento de entrenar al personal efectuando simulacros discretos, en la presente investigación se utilizaran dos de las 5 fases de la metodología como son: la fase de análisis y la fase de control para tomar de estas los indicadores que vienen a ser el índice de productos atendidos y el índice de productos conformes.

Productividad (Variable Dependiente)

Definición operacional

Esta referido al resultado de la eficacia por la eficiencia que muestra el grado de productividad de un proceso determinado.

Tabla 7. Matriz de Operacionalización de las Variables

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | |
|---|--|--|---|---|----------------------------------|
| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
| VARIABLE INDEPENDIENTE | DMAIC es una de las herramientas de Six Sigma que ayuda con la definición (D) de problemas, medición (M) de los datos, análisis (A) de resultados de la medición, la implementación de la mejora (I) y al control (C) de lo implementado. (Pyzdek 2003 p. 238). | Toma como base de estudio a dos de las fases de la metodología DMAIC como indicadores, que comprende índice de pedidos atendidos que corresponde a la fase de análisis y índice de productos conformes que corresponde la fase de control. | INDICE DE PEDIDOS ATENDIDOS (mensuales) | $Ip = \frac{N^{\circ} \text{ Pedidos atendidos}}{N^{\circ} \text{ Pedidos totales}} \times 100$ <p>Donde: Ip: Índice de productos atendidos.</p> | R A Z Ó N |
| METODOLOGÍA DMAIC | | | INDICE DE PRODUCTOS CONFORMES (mensuales) | $Ic = \frac{\text{Productos conformes}}{\text{Producción total}} \times 100$ <p>Donde: Ic: Índice de productos conformes.</p> | |
| VARIABLE DEPENDIENTE | La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para su obtención. En ese sentido, la productividad se define como el uso eficiente de recursos: trabajo, capital, tierra, materiales, energía, etc. (Prokopenko, 1989, p.3) | Referidos a los índices resultantes: de la eficiencia (tiempo útil en horas sobre el Tiempo total en horas) y a la eficacia (que representa el índice de las unidades producidas entre la producción programada). | EFICIENCIA | $E = \frac{Tu}{Tt} \times 100$ <p>Donde: E: Eficiencia del tiempo programado. Tu: Tiempo útil en horas. Tt: Tiempo total en horas.</p> | R A Z Ó N |
| PRODUCTIVIDAD | | | EFICACIA | $E = \frac{Up}{Pp} \times 100$ <p>Donde: E: Eficacia de las unidades programadas. Up: Unidades producidas en Kg. Pg: Producción programada en Kg.</p> | |

Fuente: Elaboración: propia.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Según Weiers (2006), el autor conceptualiza a la población como todo el conjunto de elementos existentes a ello también se le puede denominar universo (p. 139).

La población para la presente investigación será la producción que se realizan en dicho proceso de fabricación de zuncho en 26 días, para los cuales se medirá la eficiencia y eficacia, en el proceso de producción.

2.3.2. Muestra

La muestra para la presente investigación ha sido seleccionada a conveniencia del autor, siendo igual a la población que serán 26 días de producción que se realizan en dicho proceso de fabricación de zuncho, para los cuales se medirá la eficiencia y eficacia, en el proceso de producción.

Según Hernández, Fernández, y Baptista (2010), la muestra debe reflejar las características de la población o universo (p.150).

2.3.3. Muestreo

El muestreo es la actividad donde se toma una muestra de una población, que esta permita realizar el análisis de la situación de una empresa, de algún campo de estudio o sociedad. El muestro varía dependiendo del tiempo, dinero, habilidad disponible para tomar una muestra y la naturaleza de los elementos de la población (Behar, Daniel, 2008, pp. 52-53).

➤ Muestreo probabilístico

Los métodos de muestreo probabilísticos son aquellos en los que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser elegidos para formar parte de una muestra, por consecuencia, todas las posibles muestras de tamaño n tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. Estos métodos de muestreo probabilísticos son los más confiables, por tanto, los más recomendables (Behar, Daniel, 2008, pp. 65).

➤ **Muestreo no probabilístico**

En algunos casos, el muestreo probabilístico muy costoso y se acude a métodos no probabilísticos, aun siendo conscientes de que no sirven para realizar generalizaciones (estimaciones inferenciales sobre la población), No hay la garantía de que la muestra represente lo que se desea estudiar. Por otro lado no todos los miembros de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

Dado que la población es igual a la muestra, no se efectúa muestreo alguno para la presente investigación.

2.3.4. Criterios de Selección

Se tomarán en cuenta los siguientes criterios de selección, para la inclusión y exclusión de algunos datos:

- **Criterios de inclusión:** la población comprende los días hábiles de producción de zuncho de la Empresa SIVEIN SAC.
- **Criterios de exclusión:** la población no abarca feriados, ni domingos, dado que son días en los que no se labora y no se produce nada en la Empresa SIVEIN SAC.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

En la presente investigación se utilizará la técnica de la observación basándose en fichas o formatos de observación como instrumentos para la recolección de los datos de eficiencia y eficacia del proceso de fabricación de zuncho con el fin de conocer los cambios ocurridos de la productividad en el transcurrir el proceso de fabricación de dicho producto.

La observación

Según Tamayo (2004), la observación es la técnica más común de estudio e investigación; la observación conduce a sistematizar los datos recolectados. La observación científica debe eliminar todo tipo de limitaciones y obstáculos, que comprenden al subjetivismo, el etnocentrismo, los prejuicios, la parcialización, la deformación, la emotividad, etc., que se traducen en la incapacidad para reflejar el fenómeno objetivamente (p. 182).

Registro de datos o fichaje

Según Palella *et al.* (2006), el fichaje es una técnica en donde se debe registrar los datos que se obtienen mediante la observación de un determinado procesos. El principal beneficio es que se puede tener los datos de manera ordenada y lógica para cuando se requiera tomar estos como aspectos a estudiar (p.135).

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizará como instrumento principal la ficha de registro, ya que permitirá registrar y guardar los datos obtenidos con el cronómetro.

Ficha de Registro

Para Palella *et al.* (2006), las fichas son guías de almacenamiento de información (Ver anexo 3), en un formato o esquema determinado que se puede realizar de la forma que más útil sea para el estudio, adecuándolas a los fines del trabajo, de modo que se pueda utilizar los datos cuando sea necesarios (p. 155).

Cronómetro

El estudio se realizara mediante la toma de tiempos con un cronometro digital, esta técnica de tomar datos mediante este instrumento de medición de tiempo es utilizado desde hace muchos años atrás aproximadamente desde 1880. Por Frederick W. Taylor

La marca de cronometro a utilizar será Casio. Modelo: SH-80TW-1EF (Ver anexo 16)



Figura 10. Cronómetro.

Fuente: la empresa

2.4.3. Validez del instrumento

La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. Por ejemplo, un instrumento para medir tensión eléctrica mide solo la tensión y no puede medir volumen de aire.

Juicio de expertos

Según. Escobar, Jazmine y Cuervo, Ángela (2008), el juicio de expertos es la opinión informada de personas, profesionales o expertos calificados con trayectoria en el tema, que pueden dar información, evidencia, juicio y valoraciones; y que se seleccionan por el número de publicaciones o su experiencia (p. 29).

La validez en la presente investigación es realizada a través del criterio y juicio de expertos conformada por 3 ingenieros de la universidad Cesar Vallejo Lima Norte, quienes ayudaran a validar los instrumentos empleados. Los expertos se muestran en la siguiente tabla (ver anexos 1 - 6)

Tabla 8. Expertos de la Universidad Cesar Vallejo.

| Nº | EXPERTOS | PERTINENCIA | RELEVANCIA | CLARIDAD |
|----|--------------------------------|-------------|------------|----------|
| 1 | DR. PASTOR TALLEDO. | SI | SI | SI |
| 2 | MG. ANTONIO OBREGON C. | SI | SI | SI |
| 3 | MG. TRUJILLO VALDIVIEZO GUIDO. | SI | SI | SI |

Fuente: Elaboración propia.

2.4.4. Confiabilidad del Instrumento

Para la confiabilidad del presente proyecto de investigación, se adjunta la ficha técnica del instrumento de medición (Ver Anexo 16), el cronómetro digital marca Casio Modelo: SH-80TW-1EF.

Según Robles *et al.* (2015), dice que la confiabilidad del instrumentos es un requisito de calidad de todo instrumento de medición, considerado como el grado de precisión y descarte el error, a través de la consistencia, la estabilidad temporal y el acuerdo entre los expertos (p. 3).

2.5. Métodos de análisis de datos

Análisis Descriptivo

Juárez, Francisco, Villatoro, Jorge y López, Elsa (2002), postulan que la estadística descriptiva es aquella que permite organizar datos desestructurados para la mejor interpretación y definición de las características de una muestra, incluyendo tablas de frecuencias, porcentajes, y métodos de resumen o numéricos (p. 4).

Para obtener un mejor análisis de resultados tanto en la situación actual del campo de estudio, como en el cambio que se aprecia luego de haberse efectuado la implementación de la herramienta de mejora, en este caso con la implantación de la metodología DMAIC en la presente investigación sobre la productividad de la empresa, se analiza el comportamiento de la variable metodología DMAIC y su impacto en la productividad, tabulando los resultados en tablas de contingencia.

Análisis Inferencial

Juárez *et al.* (2002), del mismo modo mencionan que la estadística inferencial es aquella que estima las cualidades, características, los atributos de la población, comprobando la relación entre variables, comparando grupos y haciendo inferencias (p. 8). Para conocer el impacto de implementar la metodología DMAIC en la productividad de la empresa SIVEIN SAC, se tendrá apoyo en el software SPSS VS 20.0 por corresponder a variables de escala de razón.

Análisis de Normalidad de la Variable Dependiente

Lévy Jean Pierre y Varela, Jesús (2006), mencionan que si desea valorar la normalidad univariante. Para realizar la valoración de la normalidad de los datos desde una perspectiva más objetiva, es necesarios realizar los contrastes de normalidad, entre los cuales destacan el contraste de Kolmogorov-Smirnov, y Shapiro-Wilk.

- Kolmogorov-Smirnov. Este contraste compara la función de distribución empírica muestral basándose en la teoría de una población normal, además no resulta muy apropiado cuando el tamaño de muestra es pequeño porque su potencia es baja para ese tipo de muestras.
- Shapiro-Wilk: Este contraste es el más adecuado cuando se tiene valores pequeños (no supera los 50), además mide el grado de ajuste a una recta de las observaciones de la

muestra representadas en un gráfico de probabilidad normal, no requiere que los parámetros de la distribución estén especificados (pp. 31-32).

Contrastación de las Hipótesis

Según Barón, Javier (2013), dependerá de cómo se estructuren las muestras, se elegirá el experimento. Cuando lo obtenido en un grupo está asociada al segundo grupo recibe el nombre de apareadas, cuando los elementos de un grupo de estudio han sido independientemente extraídos, se denomina independientes. En los contrastes con muestras, el valor obtenido en la significación nos permite decidir si se rechaza o acepta la hipótesis nula. Para realizar el contraste existen varios tipos de pruebas, como la t de student para pruebas paramétricas, y Wilcoxon para pruebas no paramétricas (p.25).

2.6. Aspectos Éticos

Como futuro profesional en la rama de Ingeniería Industrial, título obtenido a través del presente proyecto de investigación, el investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados y la confiabilidad de los datos suministrados por la organización en estudio, así como también, se respetan los derechos de autoría de tesis, artículos, entre otros; mediante las referencias en el texto, así como en las fuentes de información citada.

2.7. Desarrollo de la Propuesta de mejora

Para la presente investigación el desarrollo de la propuesta de mejora se iniciará mostrando la situación actual en la que se encuentra la empresa antes de la implementación de la propuesta; buscar la solución a las causas que generan la baja productividad, y finalmente mostrar los resultados obtenidos con la mejora propuesta, así como la factibilidad económica de la implementación de la misma.

Metodología DMAIC. (Variable Independiente)

Las principales etapas del presente trabajo para inicialmente mejorar el proceso están establecidas mediante Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Control (DMAIC), en cada fase o etapa se tiene un conjunto de herramientas y entregables. La ventaja del proceso DMAIC son los entregables con la información que se obtiene en cada una de ellas. Proporcionan un enfoque común, estructurado para la solución del problema a continuación se muestra la relación de las diferentes etapas.

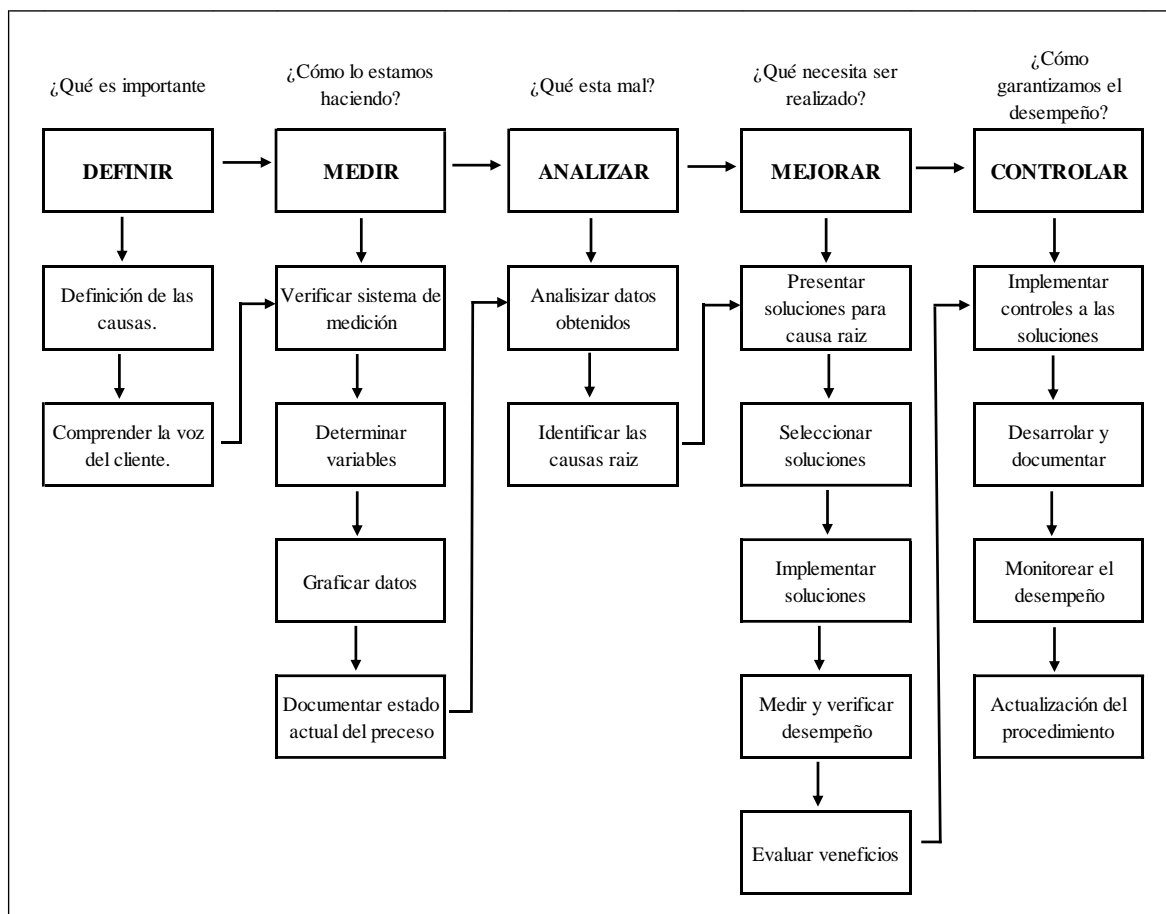


Figura 11. Proceso DMAIC

Fuente: Reinoso (2016) Elaboración propia

Fase de Definición (D)

En esta fase se definió la situación en la que se encuentra la empresa antes de la implementación de la mejora, sirvió de gran ayuda el análisis realizado en la problemática de la empresa descrito en el primer capítulo del trabajo donde gracias a la ayuda de las herramientas de ingeniería como el Árbol de problemas (ver Figura 1), diagrama de Ishikawa (ver Figura 2), Gráfico de Pareto (ver Gráfico 5) que sirvieron para determinar los problemas existentes.

2.7.1. Situación actual de la empresa

“SIVEIN S.A.C.” que fue constituida en el año 2014, su domicilio fiscal en Mz. S Lt. 9 urb. Virgen del Rosario Lima - Lima - San Martín de Porres y la dirección de su fábrica es Av. Héroes del alto Cenepa 1209 Lima – Lima – Comas. Actualmente la empresa cuenta con 4 empleados que vienen trabajando en un solo turno de 12 horas. Inicialmente dedicada al

servicio y venta de equipos y repuesto industriales, a inicios del 2015 la empresa comienza a incursionar en el mercado de productos de embalaje (zuncho), desde sus inicios hasta la actualidad viene ingresando a este mercado que en los últimos años ha tenido un crecimiento, si bien existe competencia la empresa está en proceso de mejorar la calidad de su producto y de esta manera ser más competitiva.

La materia prima para la elaboración de su producto (zuncho) es obtenido de material reciclado de polipropileno, ya sea de tapas plásticas de botellas, bolsas, bandejas plásticas, etc. Todos estos provienen de polipropileno, los proveedores de la empresa le entregan el material de manera molida y pele tizado y esta viene de manera combinada. Esto ocasiona que la empresa tenga que seleccionar su materia prima, debido a que todos estos materiales han tenido diferentes procesos en su fabricación presentando algunas dificultades en el proceso de fabricación del zuncho, la empresa para asegurar que su producción sea lo más óptima posible tiene que realizar el proceso de inspección y selección de materia prima para evitar problemas en su proceso, la empresa está en la obligación de mejorar su proceso de fabricación y así garantizar un producto de calidad,

Misión

Fabricar productos de embalaje (zuncho) de alta calidad que cumpla con las expectativas de los consumidores, mantener un ambiente agradable de trabajo para nuestros colaboradores y de esta manera se trabaje de manera adecuada y se logre el objetivo trazado.

Visión

SIVEIN S.A.C. para el 2019 pretende lograr un posicionamiento en el mercado de productos de embalaje por su calidad del producto y por el respeto a sus consumidores y competidores.

Organigrama de la empresa SIVEIN S.A.C.

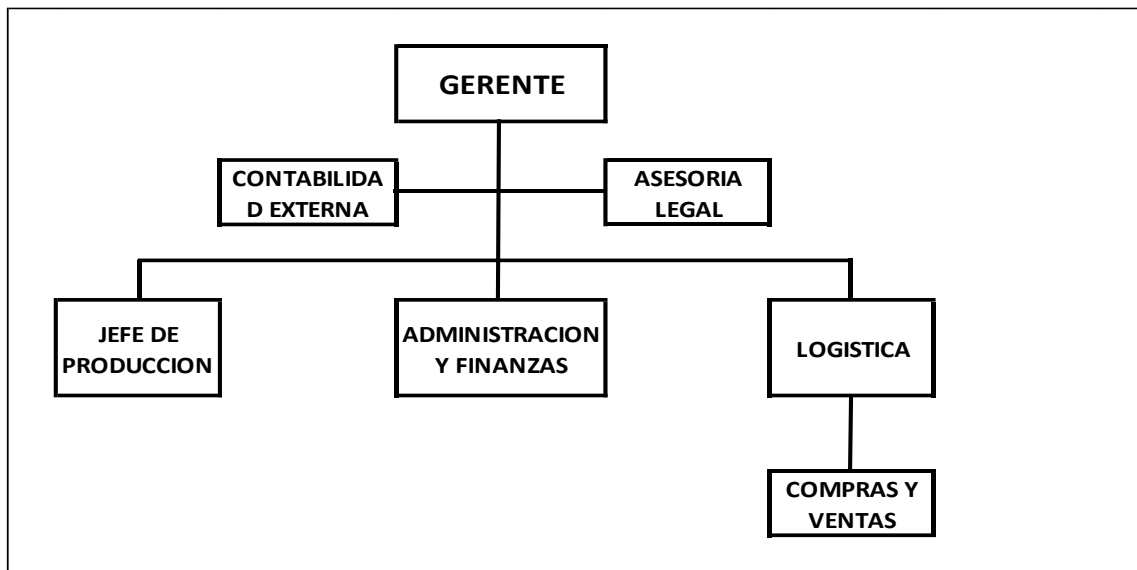


Figura 12. Organigrama de la empresa.

Fuente: la empresa.

Mapa de procesos de la empresa SIVEIN S.A.C.

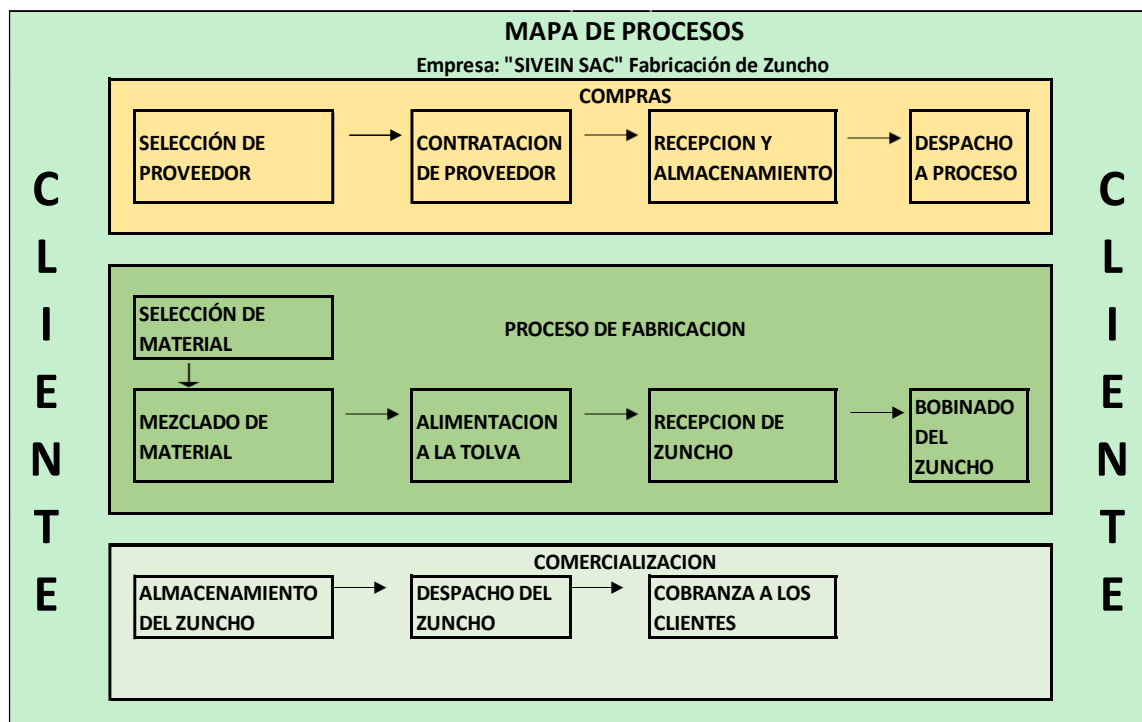


Figura 13. Mapa de procesos.

Fuente: la empresa.

2.7.1.1. Descripción del proceso productivo o fabricación

La materia prima que se trae viene de manera combina es por esta razón que la empresa empieza con el proceso de selección de la materia prima esto se hace de acuerdo a la dureza que tienen los diferentes tipos de material que trae el proveedor, luego pasa al mezclado que se realiza en una máquina diseñada para este proceso, luego el operario de manera manual alimenta el material ya combinado en la tolva de la extrusora, el material pasa por el extrusor primario después al extrusor secundario a una temperatura de 180 °C para salir por el cabezal, la recepción del material se realiza en un tanque de acero con agua a 22 °C aproximadamente, luego pasa por unos rodillos para finalmente llegar a la bobinadora, el personal tiene que retirar los rollos de zuncho para pesarlos de acuerdo al requerimiento del cliente los rollos pueden tener de 6 a 10 kg.

Distribución de la empresa SIVEIN S.A.C.

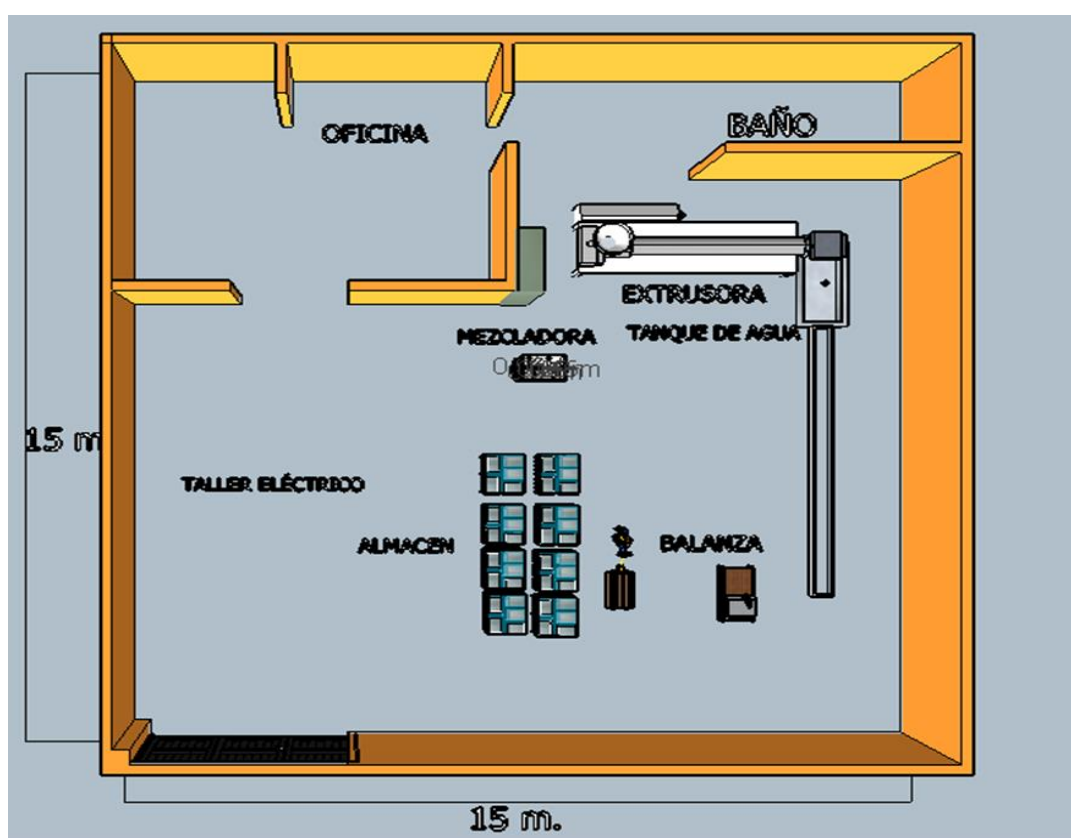


Figura 14. Layout de SIVEIN S.A.C.

Fuente: Elaboración propia

Mezclado del material

El mezclado del material se realiza en un cilindro acoplado a un eje que a su vez está conectado a un motor y este está gobernado por un variador, el material se tiene que combinar porque se han obtenido de diferentes productos como tapas, bolsas, eternit, etc. Todos estos son provenientes de polipropileno y cada uno de estos ha recibido diferentes procesos en su fabricación adquirido propiedades físicas y químicas específicas, para garantizar la calidad del producto se tiene que realizar un buen mezclado.



Figura 15. Mezclado de material.

Fuente: la empresa.

Alimentación a la tolva

En la empresa el llenado de material a la tolva el personal lo realiza de manera manual, una vez combinado el material se procede a llenar la tolva de la extrusora para que esta por medio de calor proveniente de unas resistencias eléctricas se calienta el material y salga por el cabezal a una temperatura aproximada de 180 °C para ingresar a un tanque de agua.



Figura 16. Alimentación de material.

Fuente: la empresa.

Recepción del Zuncho en el tanque de agua

El zuncho caliente que proviene de la extrusora a una temperatura aproximada de 180 °C se sumerge en un tanque de agua, y esta debe estar a una temperatura entre 20°C a 24°C para que el producto tenga las características físicas adecuadas de resistencia y dureza para su comercialización.



Figura 17. Recepción del zuncho.

Fuente: la empresa.

Bobinado del zuncho

El bobinado del zuncho se realiza en rollos que tienen como base un cono de cartón, el operario debe estar alerta para que el zuncho no se enriede y se malogre, los rollos de zuncho pueden tener diferentes pesos, los comerciales son de 6 a 10 Kg. Esto es de acuerdo al requerimiento del cliente.

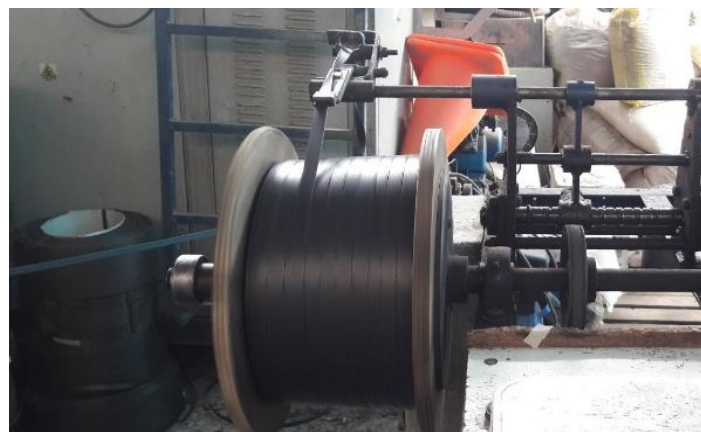


Figura 18. Bobinado del zuncho.

Fuente la empresa.

Pesado del Zuncho

Los rollos de zuncho de pesan en una balanza, estos tienen un peso de 6 a 10 Kg. Que son pesos comerciales en el mercado peruano.



Figura 19. Pesado del zuncho.

Fuente: la empresa.

DIAGRAMA DE FLUJO
Empresa: "SIVEIN SAC" Fabricación de Zuncho

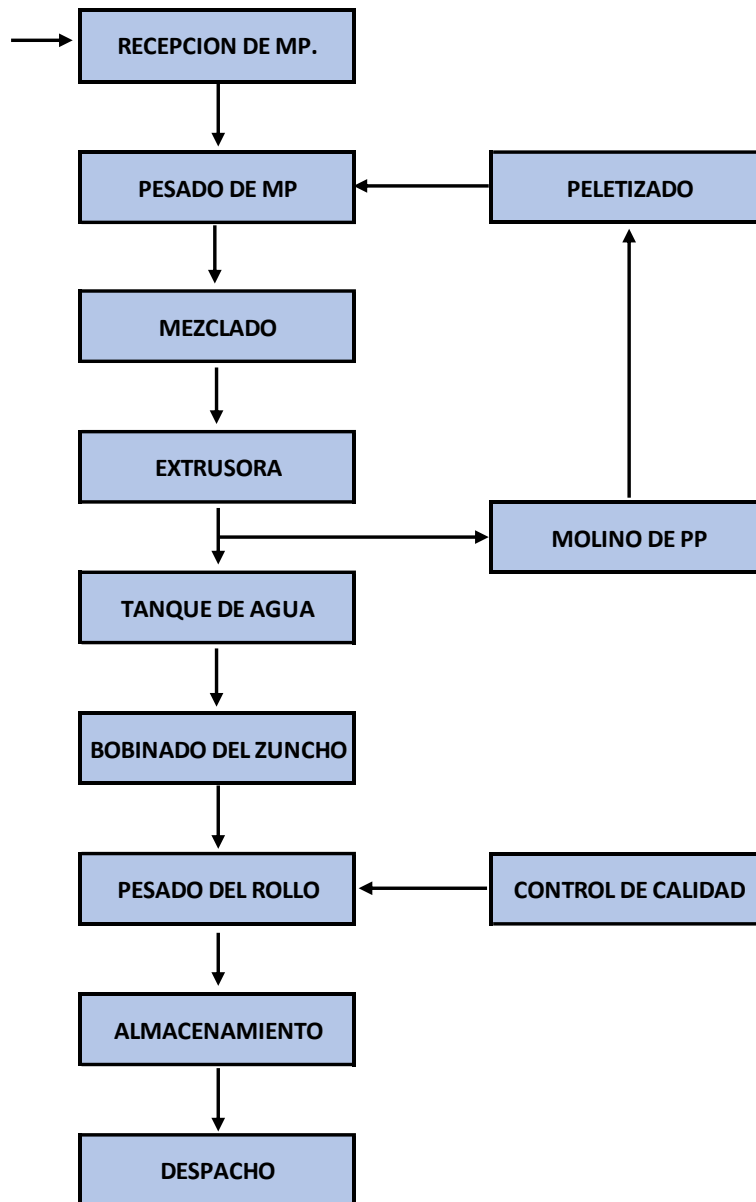


Figura 20. Diagrama de flujo.

Fuente: Elaboración propia.

Además, en el Diagrama de Proceso se puede identificar los insumos de entrada (X), que vendrían a ser los factores controlables (FC), los factores críticos (FCR) y los factores no controlables del proceso (FNC), según los especialistas del área de producción de zuncho. El análisis de clasificación de causas o factores se encuentra en la tabla N° 9. A continuación se describen las entradas y los factores del Diagrama de Proceso.

Entradas:

- Los insumos de entrada, utilizados a lo largo del proceso de fabricación de zuncho, son el polipropileno reciclado y el masterbach.
- Orden de producción: esta orden indica la cantidad de producción que se debe obtener de zuncho según el requerimiento de los clientes.

Factores controlables:

Los factores controlables son aquellos que el personal de producción puede tener el control y de alguna forma se pueda modificar según sea la necesidad.

- Limpieza del área de trabajo: se puede considerar como el grado de orden que se puede tener dentro del área de trabajo. Según lo expresado por los encargados de producción, este es un factor importante.
- Temperatura de la máquina: es el nivel de temperatura que presenta la extrusora, la temperatura es regulable y muy importante, ya que de esto depende que fluya o no el material por el cabezal de la extrusora.
- Temperatura en el tanque de agua de recepción del zuncho. Es a la temperatura que permanece en agua del tanque donde cae el zuncho que proviene del cabezal de la extrusora, es importante que esta temperatura sea constante y la adecuada para garantizar la calidad del producto.
- Método de control del proceso de fabricación. Si bien es cierto no hay control adecuado del proceso de fabricación de zuncho, es muy importante la implantación de un control de este proceso sobre todo para poder corregir errores de manera rápida y adecuada.

Factores críticos:

Son factores que se pueden controlar, que además generan la mayor cantidad de problemas en el proceso de fabricación, esto según indican los operadores.

- Falta de un sistema de enfriamiento. Esto como se detalló en el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto es la principal causa que genera la baja productividad en la empresa, es un factor controlable, ya que con la instalación de un sistema que cumpla las funciones de mantener el agua a una temperatura constante y asegura la producción continua y un producto de calidad.

- Falta de estandarización de materia prima. La materia prima al ser material reciclado proveniente de polipropileno, muchas veces viene demasiado combinado, esto genera que el producto final no tenga las características deseadas, es un factor controlable debido a que se puede solicitar al proveedor que traiga el material pre seleccionado de manera que facilite al personal de producción la fabricación del zuncho.
- Falta control en el proceso de fabricación del zuncho. No hay los controles adecuados durante el proceso de fabricación.

Factores no controlables.

- Procedencia del material. Es un factor no controlable debido a que para el proceso de fabricación se utiliza material reciclado de polipropileno y estos muchas veces son de diferente tipos de productos ejemplo botellas, bolsas, vasos, eternit, etc cada uno de estos productos en su fabricación inicial han recibido un tratamiento especial, esto generando que cada uno de estos adquiera diferentes características físicas y químicas, al meterlo en producción a estos materiales sin ser seleccionados genera dificultad en el proceso de fabricación del zuncho.

Voz del cliente

Para definir la voz del cliente, se realizó una entrevista al supervisor de calidad, jefe de producción, y encargado de logística de la empresa. (Cliente Interno). Se identificó, tres características críticas de la calidad del producto que vienen a ser la baja resistencia, el espesor y el ancho del zuncho para esto se elabora una tabla que se denomina matriz de la voz del cliente en donde se tiene las principales inquietudes y características solicitadas por los clientes, esas características lo convertimos en un CQT (Critical Quality Tree) que vendría a ser una manera de cuantificar o los valores requeridos por los clientes y de esta manera satisfacer las necesidades del consumidor que es el objetivo principal y prioritario de toda organización. En la siguiente tabla se muestra un CQT.

Tabla 9. Matriz de la voz del cliente (VOC)

| matriz voz del cliente (VOC) | | | | |
|--|--|---|---------------|------------------------------|
| voz del cliente (VOC) | características de calidad/causa clave | CQT's (critical quality tree) | Metas | Límites de especificaciones. |
| La resistencia del zuncho es muy baja. | Temperatura del agua muy elevada | Mantener la temperatura del agua constante | 250 Kgf | 175 Kgf - 280 Kgf |
| | materia prima muy combinada | solicitar material seleccionado y seleccionar en la empresa | | |
| El espesor del zuncho no es el adecuado. | regulación de la máquina | Ajustar las medicas de salida del zuncho | 1.3 mm - 1 mm | 0.8 mm - 1.5mm |
| El ancho del zuncho no es el adecuado. | regulación de la máquina | Ajustar las medicas de salida del zuncho | 15 mm | 10 mm - 18 mm |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9, se puede observar, que la VOC (Voz del cliente) en la cual están las características físicas del producto y que en los cuales se ha presentado la mayor cantidad de defectos los requerimiento físicos son: resistencia = 250 Kgf, espesor = 1 mm a 1.3mm y ancho = 15 mm. Eso quiere decir, que el zuncho a producir no debe pasar de estas especificaciones, a continuación en el siguiente cuadro se muestra la cantidad de quejas de los clientes y a que corresponden estas.

Fase Medir (M). De las variables Independiente y Dependiente

Para este fase de la metodología como ya se han establecido cuales son las causas que generan la mayor cantidad de fallas en el proceso y por ende la baja productividad de la empresa, primeramente se realizará el análisis del sistema de medición (MSA) para verificar que los datos tomados sean los adecuados y confiables, para esto se utilizará la R&R con el programa MINITAB 17.

La prueba R&R es un estudio del sistema de medición que ayudará a:

Repetitibilidad: Qué tanto de la variabilidad en el sistema de medición es causada por el dispositivo de medición.

Reproducibilidad: Qué tanto de la variabilidad en el sistema de medición es causada por las diferencias entre los operadores.

Si la variabilidad del sistema de medición es pequeña en comparación con la variabilidad del proceso.

Si el sistema de medición es capaz de distinguir entre partes diferentes.

Por ejemplo, varios operadores miden el diámetro de una pieza para asegurarse de que cumplan las especificaciones. Un estudio R&R del sistema de medición el estudio del sistema de medición indica si los inspectores son consistentes en sus mediciones de la misma parte (repetibilidad) y si la variación entre los inspectores es consistente (reproducibilidad).

Identificación de las variables a medir en el proceso para el estudio R&R.

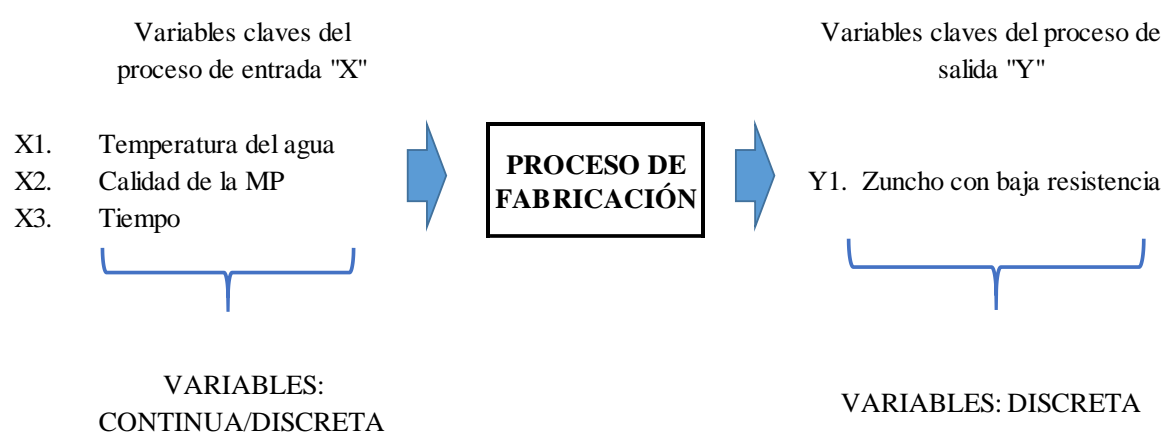


Figura 21. Identificación de variables del proceso

Fuente: Elaboración propia

Análisis del sistema de medición (MSA)

Una vez definido los tipos de datos, se validará el sistema de medición y la data antes de que esta sea analizada, de acuerdo a lo expuesto por Down et al. (2010) en el Manual de Análisis del Sistema de Medición (MSA). Tomando como referencia los lineamientos del manual de análisis del sistema de medición y haciendo uso del programa MINITAB versión 17, se realizará el estudio para las variables "x" e "y" identificadas anteriormente.

Para la recolección de datos se emplearon a tres operadores los cuales tomaron 10 rollos de zuncho a los cuales lo evaluaron un operador cada día y sin ser codificados para garantizar la veracidad de la toma de datos.

MSA para la variable "y"

A continuación se procederá con el análisis del sistema de medición de atributos para la identificación de producto defectuoso, para lo cual se mostrarán las principales consideraciones tomadas y los resultados en función del estudio realizado.

El análisis fue realizado con tres personas responsables de evaluar el producto, considerando una muestra de 10 rollos de zuncho de los cuales 14 fueron determinados como buenos y otros 6 como malos con diferentes defectos errores en el producto.

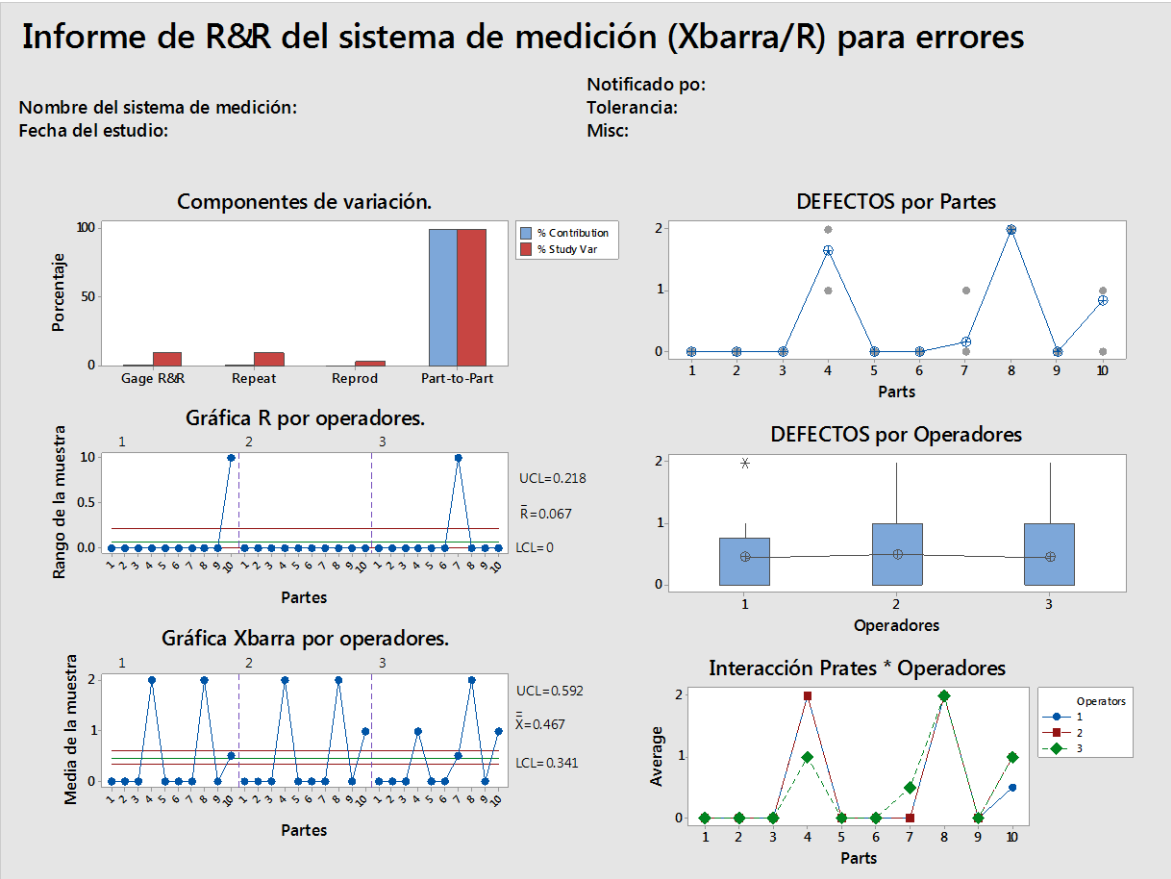
Tabla 10. Pruebas de resistencia a rollos de zuncho

| PRUEBAS DE RESISTENCIA A ROLLOS DE ZUNCHO | | | | | | | | | |
|---|---|---------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------|
| ROLLO DE ZUNCHO | CARACTERISTICAS SOLICITADA POR EL CLIENTE (RESISTENCIA 250 Kg/f, ANCHO 15mm, ESPESOR 1.3) | | | | | | | | |
| | OPERADOR 1 | | | OPERADOR 2 | | | OPERADOR 3 | | |
| | A N C H O | E S P E S O R | ROPTURA (Kg/f.) | A N C H O | E S P E S O R | ROPTURA (Kg/f.) | A N C H O | E S P E S O R | ROPTURA (Kg/f.) |
| 1 | OK | OK | 268 Kg/f | OK | OK | 260 Kg/f | OK | OK | 270 Kg/f |
| 2 | OK | OK | 265 Kg/f | OK | OK | 265 Kg/f | OK | OK | 263 Kg/f |
| 3 | OK | OK | 270 Kg/f | OK | OK | 270 Kg/f | OK | OK | 265 Kg/f |
| 4 | OK | > | 240 Kg/f | OK | > | 242 Kg/f | OK | > | 252 Kg/f |
| 5 | OK | OK | 258 Kg/f | OK | OK | 252 Kg/f | OK | OK | 258 Kg/f |
| 6 | OK | OK | 262 Kg/f | OK | OK | 260 Kg/f | OK | OK | 260 Kg/f |
| 7 | OK | OK | 268 Kg/f | OK | OK | 274 Kg/f | OK | OK | 270 Kg/f |
| 8 | > | OK | 245 Kg/f | > | OK | 239 Kg/f | > | OK | 241 Kg/f |
| 9 | OK | OK | 270 Kg/f | OK | OK | 266 Kg/f | OK | OK | 268 Kg/f |
| 10 | OK | > | 252 Kg/f | OK | OK | 245 Kg/f | OK | OK | 248 Kg/f |
| 1 | OK | OK | 268 Kg/f | OK | OK | 260 Kg/f | OK | OK | 270 Kg/f |
| 2 | OK | OK | 265 Kg/f | OK | OK | 265 Kg/f | OK | OK | 263 Kg/f |
| 3 | OK | OK | 270 Kg/f | OK | OK | 270 Kg/f | OK | OK | 265 Kg/f |
| 4 | OK | > | 240 Kg/f | OK | > | 242 Kg/f | OK | > | 252 Kg/f |
| 5 | OK | OK | 258 Kg/f | OK | OK | 252 Kg/f | OK | OK | 258 Kg/f |
| 6 | OK | OK | 262 Kg/f | OK | OK | 260 Kg/f | OK | OK | 260 Kg/f |
| 7 | OK | OK | 268 Kg/f | OK | OK | 274 Kg/f | OK | OK | 270 Kg/f |
| 8 | > | OK | 245 Kg/f | > | OK | 239 Kg/f | > | OK | 241 Kg/f |
| 9 | OK | OK | 270 Kg/f | OK | OK | 266 Kg/f | OK | OK | 268 Kg/f |
| 10 | OK | OK | 252 Kg/f | OK | OK | 245 Kg/f | OK | OK | 248 Kg/f |
| RESUMEN DE DEFECTOS | OK | DEFECTUOSOS | | OK | DEFECTUOSOS | | OK | DEFECTUOSOS | |
| | 15 | 5 | | 14 | 6 | | 14 | 6 | |

Fuente: La empresa – elaboración propia.

En la tabla 10, se puede apreciar las diferentes tomas de datos que realizaron los 3 operarios, estos le realizaron 2 pruebas a cada rollo, las cuales arrojaron aproximadamente que 14 pruebas cumplen con las características de los clientes y 6 están defectuosos, para verificar la veracidad de las pruebas

Gráfico 7. Pruebas R&R para "Y"



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 7, muestra que el sistema de medición para la variable “Y” que son las salidas del proceso “zuncho” es confiable para mayor detalle se muestra la siguiente tabla de resumen del resultado de la prueba al sistema de medición.

Tabla 11. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para "Y"

| Hoja de trabajo del sistema de Medición R&R | | | |
|---|----------------|-------------------------------|-----------------------|
| Partes: | 10 | Operadores: | 3 |
| Replicas: | 2 | Ejecuciones Totales: | 60 |
| Estudio de R&R de medición - Método Xbar / Bar | | | |
| Fuente | CompVar | % Contribución (deCompVar) | |
| Gage R&R Total | 0.004000 | 1.00 | |
| Repetitibilidad | 0.003491 | 0.87 | |
| Reproducibilidad | 0.000510 | 0.13 | |
| Part-To-Part | 0.395790 | 99.00 | |
| Total Variation | 0.399791 | 100.00 | |
| Source | Desv Est. (DE) | Study Var (6 × DE) | % Study Var (% VE) |
| Total Gage R&R | 0.063248 | 0.37949 | 10.00 |
| Repetitibilidad | 0.059082 | 0.35449 | 9.34 |
| Reproducibilidad | 0.022575 | 0.13545 | 3.57 |
| Parte a Parte | 0.629119 | 3.77471 | 99.50 |
| Variación Total | 0.632290 | 3.79374 | 100.00 |
| Número de categorías distintas = 14 | | | |
| R&R del sistema de medición para Errores | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se puede apreciar que el R&R total es de 10%, el número de categorías distintas es 14 que es mayor a 5 lo cual no dice que es un sistema confiable.

MSA para las variables "X"

A continuación se muestra el análisis del sistema de medición de variables, para lo cual se muestran las principales consideraciones tomadas y los resultados en función del estudio realizado para las variables críticas "X". Para determinar si el sistema de medición es capaz de evaluar el rendimiento del proceso, se toman como muestras 10 rollos de zuncho de la variación típica del proceso.

El análisis fue realizado con tres operadores responsables de tomar mediciones y valorar en el caso de la materia prima, en el cual se asignará un valor de 1 a 10 en donde 1 es el material de más baja calidad y 10 en de más alta calidad.

Tabla 12. Características principales de los equipos

| Variable a medir | X1 | X2 | X3 |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|------------|
| Escala a medir: | Temperatura | Valoración de calidad | Tiempo |
| Unidad de medición: | Grados Centígrados | 1 a 10 | Segundos |
| Equipo o Instrumento: | Termómetro digital | Ficha de Valoración por el operador | Cronómetro |

Fuente: Elaboración propia.

Para la recolección de datos se emplearon a tres operadores los cuales tomaron 10 rollos de zuncho a los cuales lo evaluaron un operador cada día y sin ser codificados para garantizar la veracidad de la tomas de datos.

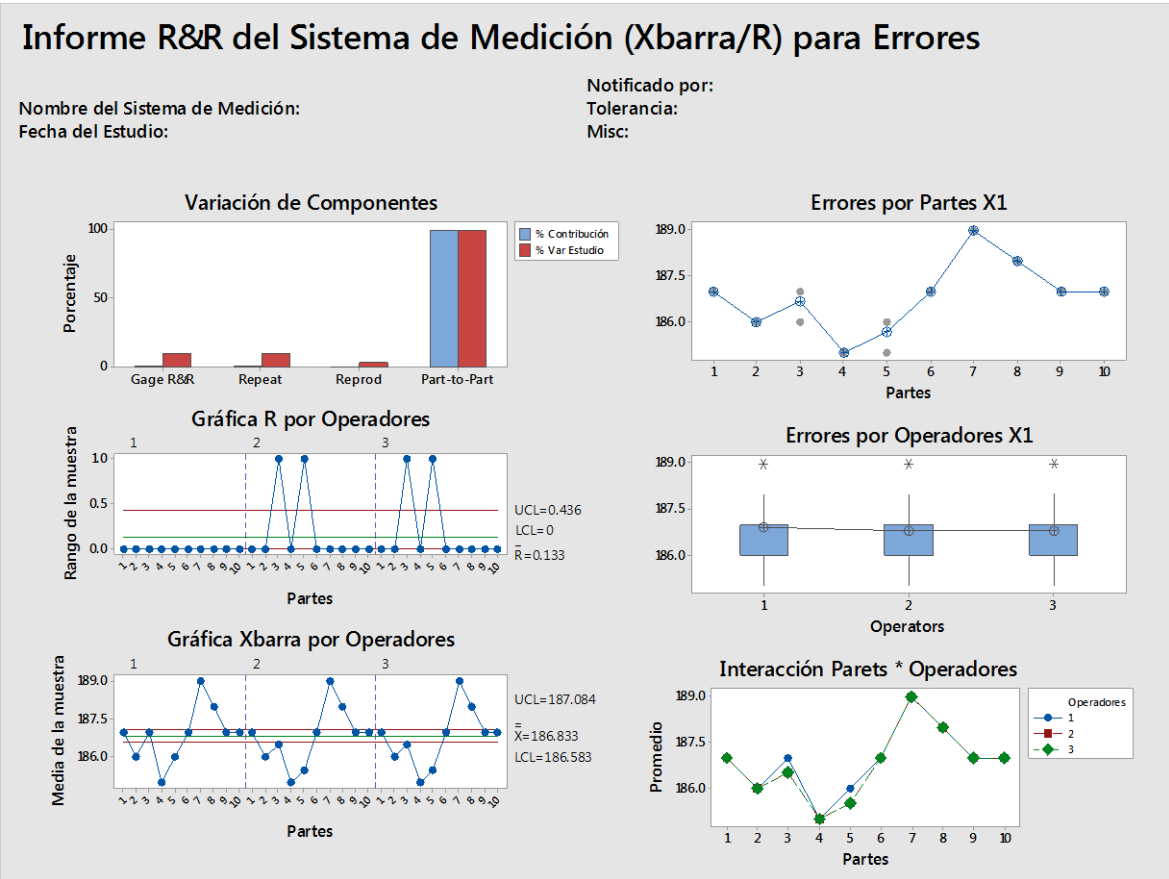
Tabla 13. Datos de la medición de la variable "X"

| VALORES MEDIDOS DE ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MEDICIÓN | | | | | |
|---|------------|----------|-----|----|------|
| Nº Corrida | Operadores | Nº Parte | X1 | X2 | X3 |
| 1 | 1 | 7 | 186 | 6 | 10.5 |
| 2 | 1 | 2 | 187 | 6 | 10.6 |
| 3 | 1 | 10 | 187 | 6 | 10.5 |
| 4 | 1 | 9 | 189 | 6 | 10.5 |
| 5 | 1 | 6 | 186 | 6 | 10.5 |
| 6 | 1 | 3 | 187 | 6 | 10.6 |
| 7 | 1 | 4 | 188 | 6 | 10.5 |
| 8 | 1 | 5 | 185 | 6 | 10.5 |
| 9 | 1 | 8 | 187 | 7 | 10.5 |
| 10 | 1 | 1 | 187 | 6 | 10.5 |
| 11 | 2 | 7 | 186 | 6 | 10.5 |
| 12 | 2 | 5 | 187 | 6 | 10.5 |
| 13 | 2 | 4 | 186 | 6 | 10.5 |
| 14 | 2 | 8 | 187 | 7 | 10.5 |
| 15 | 2 | 1 | 186 | 6 | 10.5 |
| 16 | 2 | 2 | 187 | 6 | 10.6 |
| 17 | 2 | 3 | 189 | 6 | 10.6 |
| 18 | 2 | 9 | 187 | 6 | 10.5 |

| | | | | | |
|----|---|----|-----|---|------|
| 19 | 2 | 6 | 188 | 6 | 10.5 |
| 20 | 2 | 10 | 185 | 6 | 10.5 |
| 21 | 3 | 5 | 186 | 6 | 10.5 |
| 22 | 3 | 4 | 186 | 6 | 10.5 |
| 23 | 3 | 2 | 187 | 6 | 10.6 |
| 24 | 3 | 7 | 187 | 6 | 10.5 |
| 25 | 3 | 1 | 187 | 6 | 10.5 |
| 26 | 3 | 6 | 188 | 6 | 10.5 |
| 27 | 3 | 9 | 187 | 6 | 10.5 |
| 28 | 3 | 8 | 186 | 7 | 10.5 |
| 29 | 3 | 10 | 185 | 6 | 10.6 |
| 30 | 3 | 3 | 189 | 6 | 10.6 |
| 31 | 1 | 8 | 186 | 7 | 10.5 |
| 32 | 1 | 5 | 186 | 6 | 10.5 |
| 33 | 1 | 2 | 188 | 6 | 10.6 |
| 34 | 1 | 9 | 187 | 6 | 10.5 |
| 35 | 1 | 4 | 187 | 6 | 10.5 |
| 36 | 1 | 7 | 189 | 6 | 10.5 |
| 37 | 1 | 6 | 187 | 6 | 10.5 |
| 38 | 1 | 1 | 187 | 6 | 10.5 |
| 39 | 1 | 3 | 187 | 6 | 10.6 |
| 40 | 1 | 10 | 185 | 6 | 10.5 |
| 41 | 2 | 4 | 187 | 6 | 10.5 |
| 42 | 2 | 2 | 187 | 6 | 10.6 |
| 43 | 2 | 3 | 189 | 6 | 10.6 |
| 44 | 2 | 1 | 187 | 6 | 10.5 |
| 45 | 2 | 10 | 187 | 6 | 10.5 |
| 46 | 2 | 8 | 188 | 7 | 10.5 |
| 47 | 2 | 5 | 185 | 6 | 10.5 |
| 48 | 2 | 6 | 187 | 6 | 10.5 |
| 49 | 2 | 9 | 185 | 6 | 10.5 |
| 50 | 2 | 7 | 186 | 6 | 10.5 |
| 51 | 3 | 8 | 187 | 7 | 10.5 |
| 52 | 3 | 5 | 188 | 6 | 10.5 |
| 53 | 3 | 7 | 185 | 6 | 10.5 |
| 54 | 3 | 10 | 189 | 6 | 10.5 |
| 55 | 3 | 9 | 187 | 6 | 10.5 |
| 56 | 3 | 2 | 187 | 6 | 10.6 |
| 57 | 3 | 6 | 185 | 7 | 10.5 |
| 58 | 3 | 3 | 187 | 6 | 10.6 |
| 59 | 3 | 4 | 186 | 6 | 10.5 |
| 60 | 3 | 1 | 187 | 6 | 10.5 |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8. Pruebas R&R para "X1"



Fuente: Elaboración propia.

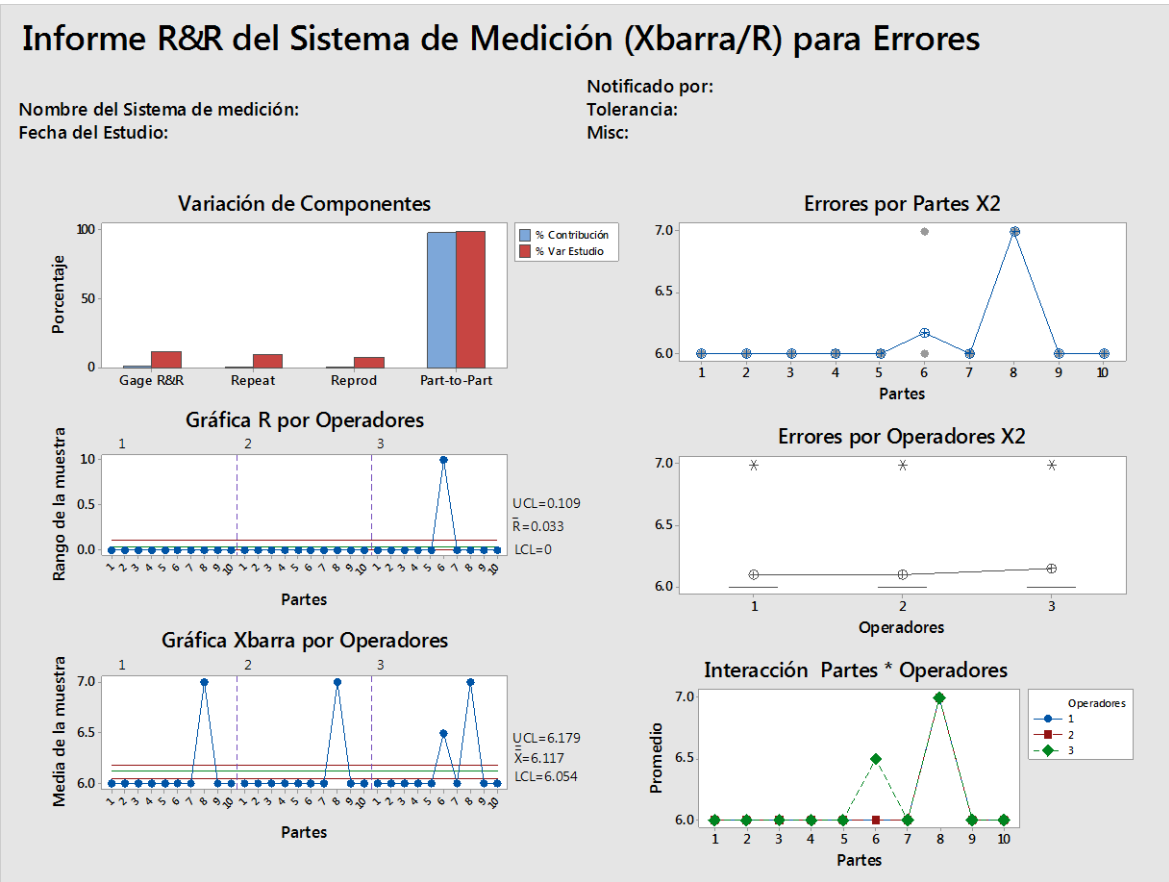
Tabla 14. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para X1

| Estudio de R&R de Medición - Metodo Xbar/Bar | | | Var Estudio % VarEstudio | | |
|--|---------|-----------------------------|--------------------------|----------|--------|
| Fecha | CompVar | % Contribución (de CompVar) | DesvEst (DE) | (6 × DE) | (% VE) |
| Total Gage R&R | 0.01600 | 1.00 | 0.12650 | 0.75897 | 10.00 |
| Repetibilidad | 0.01396 | 0.87 | 0.11816 | 0.70898 | 9.34 |
| Reproducibilidad | 0.00204 | 0.13 | 0.04515 | 0.27090 | 3.57 |
| Parte-a-Parte | 1.58316 | 99.00 | 1.25824 | 7.54943 | 99.50 |
| Valoración Total | 1.59516 | 100.00 | 1.26458 | 7.58748 | 100.00 |

Número de Categorías Distintas = 14
R&R del Sistema de Medición para Errores X1

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9. Pruebas R&R para "X2"



Fuente: Elaboración propia.

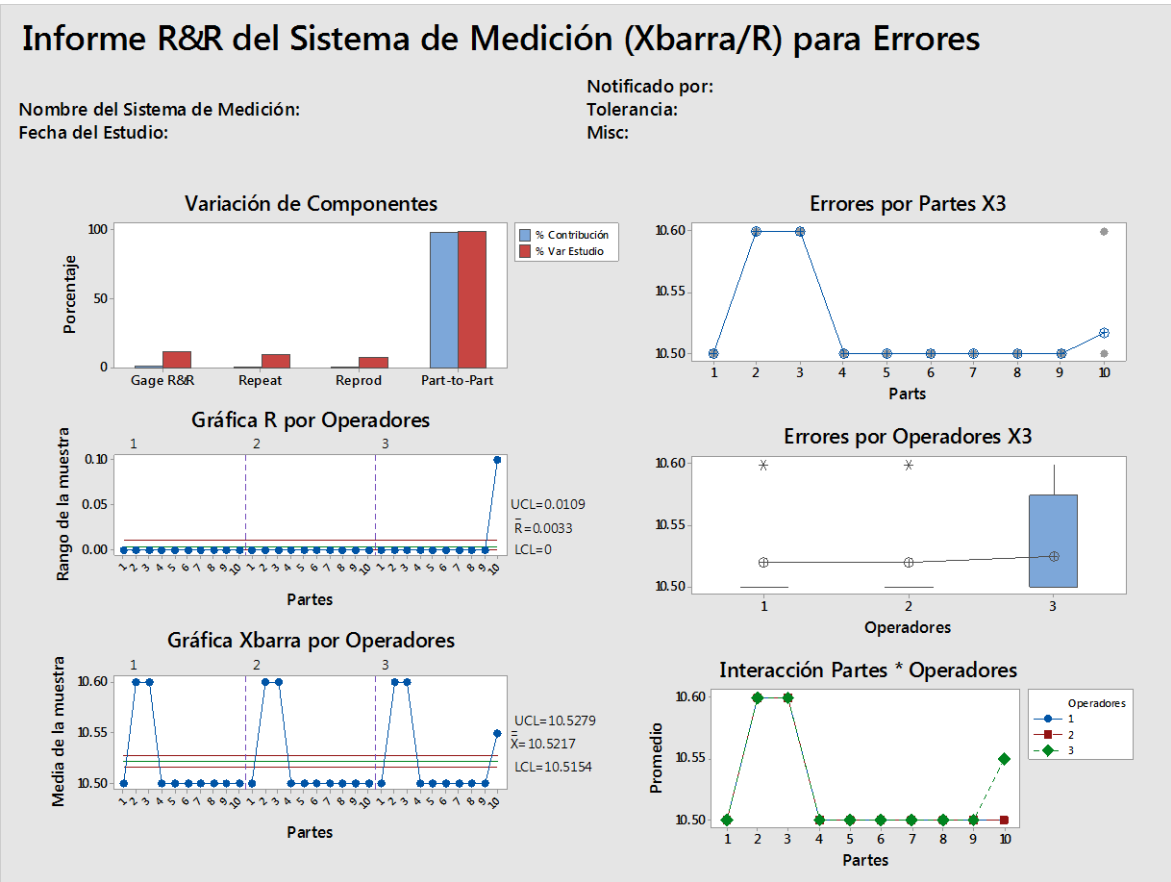
Tabla 15. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para X2

| Estudio de R&R de Medición - Metodo Xbar/Bar | | | Var Estudio % VarEstudio | | |
|--|----------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------|
| Fecha | CompVar | % Contribución (de CompVar) | Fecha | DesvEst (DE) | (6 × DE) (% VE) |
| Total Gage R&R | 0.001513 | 1.51 | Total Gage R&R | 0.038900 | 0.23340 12.27 |
| Repetibilidad | 0.000873 | 0.87 | Repetibilidad | 0.029541 | 0.17725 9.32 |
| Reproducibilidad | 0.000641 | 0.64 | Reproducibilidad | 0.025309 | 0.15185 7.99 |
| Parte-a-Parte | 0.098948 | 98.49 | Parte-a-Parte | 0.314559 | 1.88736 99.24 |
| Valoración Total | 0.100461 | 100.00 | Valoración Total | 0.316956 | 1.90173 100.00 |

Número de Categorías Distintas = 11
R&R del Sistema de Medición para Errores X2

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10. Pruebas R&R para "X3"



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Resumen del Análisis del sistema de medición (MSA) para X3
























| Estudio de R&R de Medición - Metodo Xbar/Bar | | | Var Estudio % VarEstudio | | |
|--|-----------|--------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------|
| Fecha | CompVar | % Contribución (de CompVar) | Fecha | DesvEst (DE) | (6 × DE) % VE |
| Total Gage R&R | 0.0000151 | 1.51 | Total Gage R&R | 0.0038900 | 0.023340 12.27 |
| Repetibilidad | 0.0000087 | 0.87 | Repetibilidad | 0.0029541 | 0.017725 7.99 |
| Reproducibilidad | 0.0000064 | 0.64 | Reproducibilidad | 0.0025309 | 0.015185 7.99 |
| Parte-a-Parte | 0.0009895 | 98.45 | Parte-a-Parte | 0.0314559 | 0.188736 99.24 |
| Valoración Total | 0.0010377 | 100.00 | Valoración Total | 0.0316956 | 0.190173 100.00 |

Número de Categorías Distintas = 11
R&R del Sistema de Medición para Errores X3

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado la prueba de confiabilidad del sistema de medición MSA se procede a evaluar la situación actual de la empresa. En esta fase se registran los datos de la producción, tiempos que se utilizan para realizar el proceso, para esto nos apoyaremos en los en fichas de recolección de datos y en los diagrama de Ishikawa (ver Figura 2) que se utilizaron en el primer capítulo del trabajo, en la evaluación del PRE – TEST para ser comparados con los datos obtenidos en la medición de POST – TEST, que ayudará a obtener las conclusiones de cuanto se mejoró la productividad de la empresa.

Tabla 17. DAP antes de la mejora del proceso de producción del zuncho.

| DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------|---------------|---|---|---|---|---|
| DIAGRAMA N°: | | HOJA N°: | | | | | | |
| Empresa | SIVEIN S.A.C. | | ACTIVIDAD | SIMB. | CANT. | TIEMP. TOTAL (min) | | |
| Proceso | Fabricación de zuncho | | OPERACIÓN |  | 7 | 40 | | |
| | | | TRANSPORTE |  | 2 | 30 | | |
| | | | ESPERA |  | 1 | 20 | | |
| Realizado | Edwin Nicolas Vilela Villegas | | INSPECCION |  | 1 | 2 | | |
| | | | ALMACENAM. |  | 2 | 300 | | |
| Fecha | 20/10/2017 | | DISTANCIA | | | | | |
| | | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE ACTIVIDAD | | T (min) | DISTANCIA (m) |  |  |  |  |  |
| 1 | RECEPCION DE MATERIA PRIMA | 20 | 5 |  | | | | |
| 2 | LLEVAR MATERIA PRIMA AL ALMACEN | 25 | 15 | |  | | | |
| 3 | ALMACENADO DE MATERIA PRIMA | 60 | 0 | | | | |  |
| 4 | LLEVAR MATERIA PRIMA A LA BALANZA | 5 | 6 | |  | | | |
| 5 | PESADO DE MATERIA PRIMA | 1 | 1 |  | | | | |
| 6 | MEZCLADO DEMATERIA PRIMA | 5 | 2 |  | | | | |
| 7 | ALIMENTACION A LA TOLVA | 1 | 2 |  | | | | |
| 8 | EXTRUSORA | 0.5 | 0 |  | | | | |
| 9 | TANQUE DE AGUA RECEPCION DE ZUNCHO | 20 | 0 | | |  | | |
| 10 | BOBINADO DEL ZUNCHO | 12 | 0 |  | | | | |
| 11 | PESADO DEL ZUNCHO | 0.5 | 0 |  | | | | |
| 12 | INSPECCION DEL ZUNCHO | 2 | 0 | | | |  | |
| 13 | ALMACENADO DEL ZUNCHO | 240 | 0 | | | | |  |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17, se muestra todas las actividades previas a la mejora, donde podemos ver la cantidad de operaciones, inspección, espera, transporte y almacenamiento, a base del estudio minucioso, se puede apreciar que en el tanque de agua en donde se realiza la recepción del zuncho caliente que proviene de la extrusora hay una demora lo cual no es adecuado, ya que el zuncho debería pasar sin generar demoras, estas se generan sobre todo cuando se cambia el agua porque ya se calentó el agua, generando pérdidas de tiempo de hasta 30 minutos en algunos casos, se desperdicia material.

Tabla 18. Descripción de las causas.

| CAUSAS | PUNT. | %. | DESCRIPCIÓN |
|---|-----------|------------|---|
| (C5) Falta sistema de enfriamiento de agua | 16 | 22% | La falta de un sistema de refrigeración en el proceso de fabricación de zuncho genera pérdidas de producción por paradas en el cambio del agua en el tanque donde se realiza la recepción del zuncho. |
| (C3) Falta proceso de estandarización de material | 12 | 17% | La falta de un proceso de estandarización de la materia prima genera que el producto sea de baja calidad. |
| (C9) Faltan controles en el proceso de fabricación del zuncho. | 12 | 17% | Es necesario implementar un área que se encargue de realizar el control de la calidad en cada etapa de la fabricación del zuncho. |
| (C8) Falta programación en la producción. | 8 | 12% | No hay una adecuada programación de producción generando desconcierto en el personal. |
| (6) Falta de orden en la planta. | 6 | 9% | El área de la planta ha quedado muy pequeño, debido a que la empresa ha tenido un pequeño crecimiento. |
| (C7) Ambiente de producción muy pequeño. | 5 | 7% | En la planta no hay orden y limpieza y esto genera malestar en el personal y retrasos por falta de flujo al trasladarse. |
| (C4) Falta programación de mantenimiento | 4 | 6% | No hay una adecuada programación de los mantenimientos, solo se están realizando mantenimientos correctivos. |
| (C2) Falta de identidad con la empresa. | 4 | 6% | El personal no es lo suficientemente capacitado para las labores que realizan. |
| (C1) Falta de capacitación al personal. | 3 | 4% | El personal no se siente lo suficientemente identificado con la empresa, esto generando que no cumplan de manera adecuada sus labores. |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18, se observa el puntaje y porcentaje que tiene cada causa de mayor a menor, como se puede apreciar las causas C3, C5, C9 son las que tienen mayor puntuación y por ende mayor porcentaje, siendo la causa C3 que viene a ser la falta de un sistema de enfriamiento, la que genera mayores pérdidas de recursos tanto material como tiempo en cambios de agua para obtener un producto (zuncho) adecuado y tenga la calidad requerida por los clientes.

Tabla 19. Toma de tiempos pre – test.

| ITEM | DIA | TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE UN ROLLO DE 8 KG. (EN MINUTOS). | | | | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO EN (MINUTOS) | TIEMPO PROMEDIO EN (HORAS) | TIEMPO REAL TRABAJADO EN (HORAS) | TIEMPO PERDIDO. | HORAS PROGRAMADAS |
|-----------------------|------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | | | | | |
| 1 | 02/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.6 | 0.18 | 9.2 | 1.8 | 12 |
| 2 | 03/10/2017 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.6 | 0.18 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| 3 | 04/10/2017 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 4 | 05/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.5 | 0.18 | 9.7 | 1.3 | 12 |
| 5 | 06/10/2017 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.7 | 10.5 | 0.18 | 9.6 | 1.4 | 12 |
| 6 | 07/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 0.18 | 9.7 | 1.3 | 12 |
| 7 | 09/10/2017 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.6 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.6 | 10.6 | 0.18 | 9.3 | 1.7 | 12 |
| 8 | 10/10/2017 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.5 | 0.17 | 9.1 | 1.9 | 12 |
| 9 | 11/10/2017 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.7 | 10.5 | 0.18 | 9.4 | 1.6 | 12 |
| 10 | 12/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 0.18 | 9.4 | 1.6 | 12 |
| 11 | 13/10/2017 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.6 | 10.6 | 0.18 | 9.6 | 1.4 | 12 |
| 12 | 14/10/2017 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.7 | 10.5 | 0.17 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 13 | 16/10/2017 | 10.5 | 10.7 | 10.8 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.6 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 14 | 17/10/2017 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.7 | 10.8 | 10.6 | 0.18 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| 15 | 18/10/2017 | 10.4 | 10.6 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 0.17 | 9.8 | 1.2 | 12 |
| 16 | 19/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 0.18 | 9.2 | 1.8 | 12 |
| 17 | 20/10/2017 | 10.6 | 11.3 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.7 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 18 | 21/10/2017 | 10.3 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.3 | 10.5 | 0.18 | 9.9 | 1.1 | 12 |
| 19 | 23/10/2017 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.8 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 0.18 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| 20 | 24/10/2017 | 10.7 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.4 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 0.17 | 9.6 | 1.4 | 12 |
| 21 | 25/10/2017 | 10.2 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.6 | 10.3 | 10.6 | 10.5 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 22 | 26/10/2017 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.8 | 10.6 | 10.6 | 0.18 | 9.9 | 1.1 | 12 |
| 23 | 27/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.4 | 10.3 | 10.5 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 24 | 28/10/2017 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.4 | 10.5 | 0.17 | 9.1 | 1.9 | 12 |
| 25 | 30/10/2017 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.2 | 10.5 | 0.17 | 9.9 | 1.1 | 12 |
| 26 | 31/10/2017 | 10.1 | 10.6 | 10.8 | 10.4 | 10.2 | 10.5 | 10.3 | 10.4 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 0.17 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| TIEMPO PROMEDIO TOTAL | | | | | | | | | | | | 10.5 | 0.18 | 9.40 | 1.60 | 12 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19, se puede apreciar el tiempo promedio que es de 10.5 minutos esto equivale a 0.24 horas, es lo que demora en producir un rollo de zuncho de 8 kg. Por otro lado se observa el tiempo que se está perdiendo que es un promedio de 0.18 horas, este tiempo se le ha restado una hora que es lo que el personal emplea para el almuerzo, las horas programadas en la empresa son 12 en total, en donde estas dos horas y media perdidas en su mayor parte se deben a la falta del sistema de enfriamiento para el agua del tanque de recepción del zuncho.

Medición pre – test de la variable Independiente

➤ Índice de pedidos atendidos (IP)

Tabla 20. Cantidad de pedidos en el mes de Octubre del 2017.

| PEDIDOS Y DESPACHOS DEL MES DE OCTUBRE DEL 2017 | | | | |
|---|---------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| CLIENTE | CANTIDAD DE PEDIDOS | TOTAL DE ROLLOS PEDIDOS AL MES. | PESO DEL ROLLO EN KG. | DESPACHADOS AL MES |
| INDUSTRIAS PANDA SAC | 2 | 237.5 | 8 | 225 |
| INDUSTRIAS SUAREZ SAC | 3 | 225 | 8 | 212.5 |
| FERRETERÍA AURORA SRL | 1 | 200 | 8 | 187.5 |
| INVERSIONES ANÍBAL EIRL | 2 | 225 | 8 | 212.5 |
| INVERSIONES J & C SAC | 3 | 200 | 8 | 194 |
| INVERSIONES ROMERO SRL | 1 | 200 | 8 | 187.5 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se observa la cantidad de pedidos realizados por los clientes de la empresa SIVEIN SAC y los pedidos atendidos en el mes de octubre del 2017.

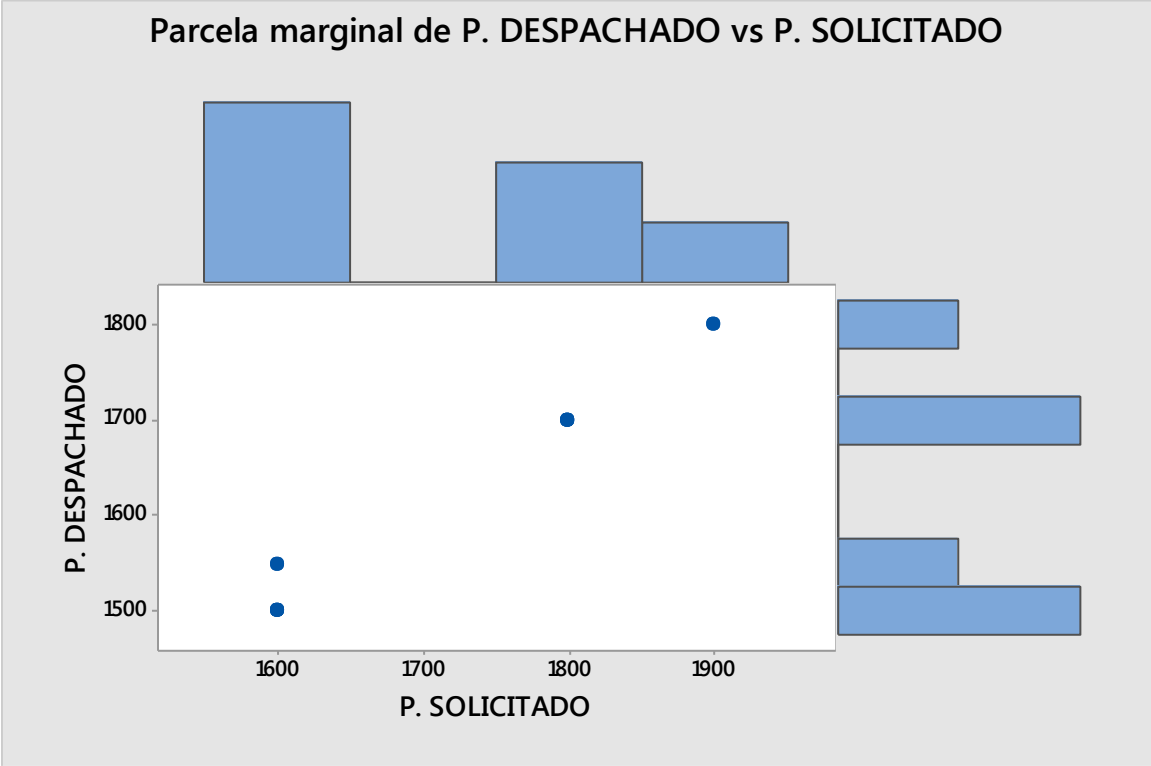
Tabla 21. Comparación de productos solicitados y productos despachados.

| PRODUCTO SOLICITADO EN KG | | PRODUCTO DESPACHADO EN KG | |
|---------------------------|--------------|---------------------------|-------------|
| INDUSTRIAS PANDA SAC | 1900 | INDUSTRIAS PANDA SAC | 1800 |
| INDUSTRIAS SUAREZ SAC | 1800 | INDUSTRIAS SUAREZ SAC | 1700 |
| FERRETERÍA AURORA SRL | 1600 | FERRETERÍA AURORA SRL | 1500 |
| INVERSIONES ANÍBAL EIRL | 1800 | INVERSIONES ANÍBAL EIRL | 1700 |
| INVERSIONES J & C SAC | 1600 | INVERSIONES J & C SAC | 1549 |
| INVERSIONES ROMERO SRL | 1600 | INVERSIONES ROMERO SRL | 1500 |
| TOTAL | 10300 | TOTAL | 9749 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 21, muestra la comparación de los pedidos en kilogramos realizados por los clientes de la empresa y los productos despachados con estos datos podemos realizar el índice de pedidos atendidos como se puede apreciar en la tabla 14.

Gráfico 11. Comparación de producto solicitado y el producto despachado.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 11, muestra el comportamiento de uno de los indicadores que es el la cantidad de productos que se atienden con respecto a los que se solicita por los clientes, como se puede apreciar no son atendidos al 100 %

Tabla 22. Índice de pedidos atendidos.

| | | |
|-------------|------|--------|
| IP. OCTUBRE | 0.95 | 94.65% |
|-------------|------|--------|

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 22, muestra el índice de los pedidos atendidos que viene a ser 94.65% en el mes de octubre del 2017.

➤ **Índice de productos conformes (IC)**

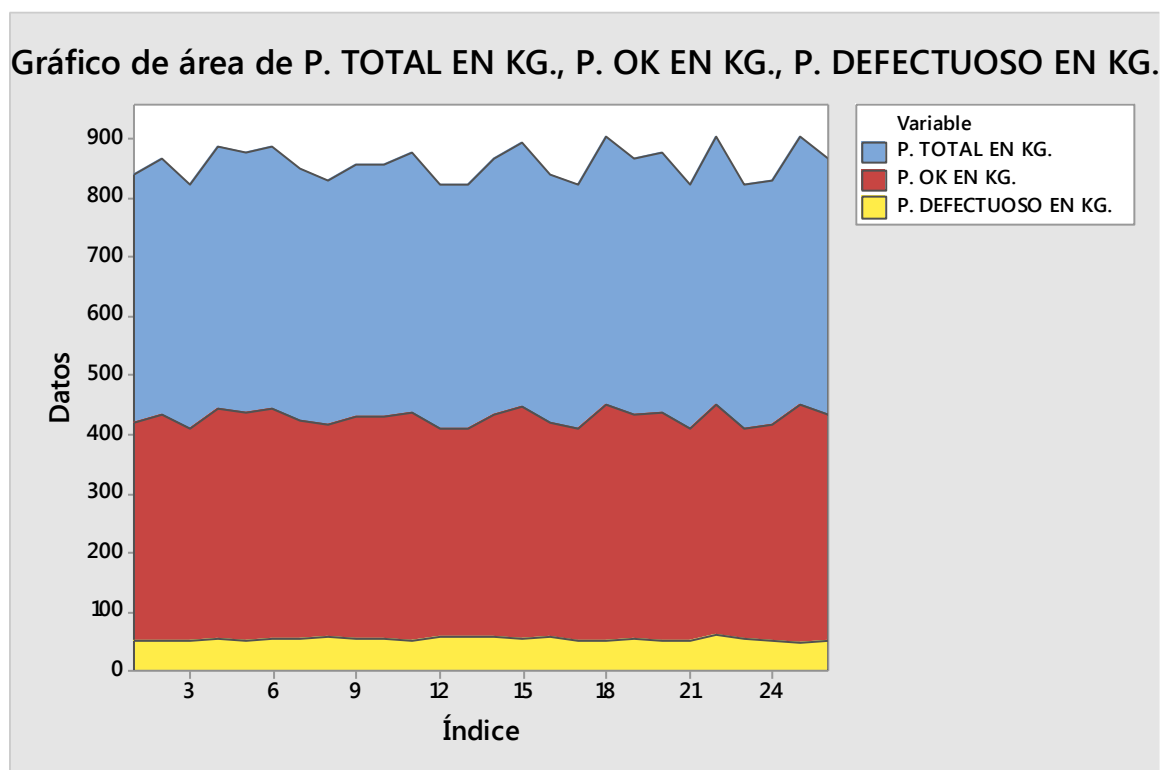
Tabla 23. Productos conformes y productos defectuosos.

| ITEM | PRODUCTOS CONFORMES DURANTE EL MES DE OCTUBRE DEL 2017 | | | |
|--------------|--|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| | FECHA | PRODUCCIÓN TOTAL EN KG. | PRODUCTO OK EN KG. | PRODUCTO DEFECTUOSO EN KG. |
| 1 | 02/10/2017 | 419.30 | 367.30 | 52.00 |
| 2 | 03/10/2017 | 432.97 | 381.97 | 51.00 |
| 3 | 04/10/2017 | 410.18 | 359.18 | 51.00 |
| 4 | 05/10/2017 | 442.08 | 389.08 | 53.00 |
| 5 | 06/10/2017 | 437.53 | 385.53 | 52.00 |
| 6 | 07/10/2017 | 442.08 | 388.08 | 54.00 |
| 7 | 09/10/2017 | 423.85 | 370.85 | 53.00 |
| 8 | 10/10/2017 | 414.74 | 357.54 | 57.20 |
| 9 | 11/10/2017 | 428.41 | 374.41 | 54.00 |
| 10 | 12/10/2017 | 428.41 | 373.11 | 55.30 |
| 11 | 13/10/2017 | 437.53 | 385.53 | 52.00 |
| 12 | 14/10/2017 | 410.18 | 354.18 | 56.00 |
| 13 | 16/10/2017 | 410.18 | 353.18 | 57.00 |
| 14 | 17/10/2017 | 432.97 | 374.67 | 58.30 |
| 15 | 18/10/2017 | 446.64 | 392.04 | 54.60 |
| 16 | 19/10/2017 | 419.30 | 363.30 | 56.00 |
| 17 | 20/10/2017 | 410.18 | 358.88 | 51.30 |
| 18 | 21/10/2017 | 451.20 | 401.60 | 49.60 |
| 19 | 23/10/2017 | 432.97 | 379.97 | 53.00 |
| 20 | 24/10/2017 | 437.53 | 385.53 | 52.00 |
| 21 | 25/10/2017 | 410.18 | 358.18 | 52.00 |
| 22 | 26/10/2017 | 451.20 | 390.19 | 61.01 |
| 23 | 27/10/2017 | 410.18 | 357.08 | 53.10 |
| 24 | 28/10/2017 | 414.74 | 362.44 | 52.30 |
| 25 | 30/10/2017 | 451.20 | 402.20 | 49.00 |
| 26 | 31/10/2017 | 432.97 | 382.97 | 50.00 |
| TOTAL | | 11138.71 | 9749.00 | 1389.71 |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 23, muestra la producción del mes de septiembre del 2017, se observa los productos conformes y los no conformes, para mejor visualización de muestra el siguiente gráfico.

Gráfico 12. Producción total, productos conformes y productos defectuosos



Fuente: La empresa. Elaboración propia.

El gráfico 12, muestra la cantidad de productos defectuosos conformes que se obtienen durante la jornada de producción, con los datos de la tabla 15 y la ayuda visual del gráfico 8 realizamos el índice de productos conformes como se ve en la siguiente tabla.

Tabla 24. Índice de productos conformes.

| | | | |
|---|--------------------|-------------|---------------|
| IC = PRODUCTOS CONFORMES / PRODUCCIÓN TOTAL. | IC. OCTUBRE | 0.88 | 87.52% |
|---|--------------------|-------------|---------------|

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 24, muestra en porcentaje la cantidad de producto conforme que se ha obtenido en el mes de octubre del 2017 como se pude apreciar no se están atendiendo los pedidos al 100 % de los clientes.

Medición pre – test de la variable dependiente

➤ Eficiencia

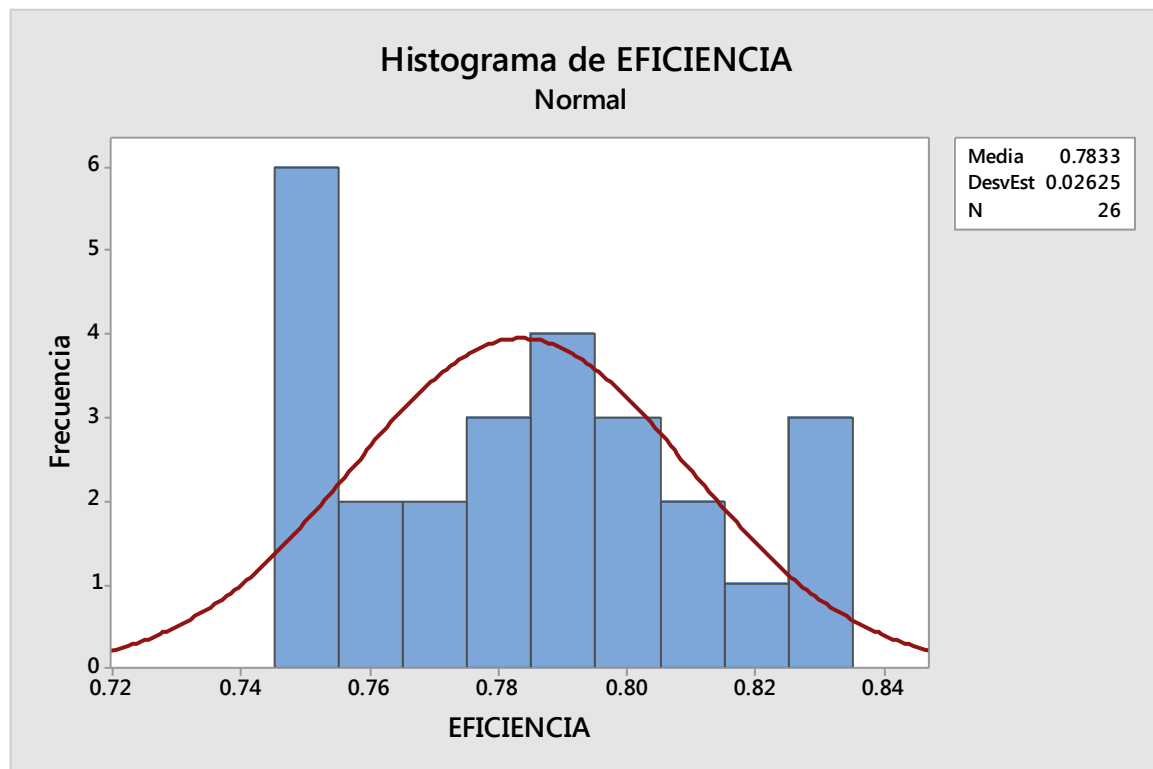
Tabla 25. Eficiencia antes de la mejora.

| ITEM | DIA | TIEMPO REAL TRABAJADO EN (HORAS) | PRODUCCIÓN REAL EN KG. DE ZUNCHO. | PRODUCCIÓN PROGRAMADA EN KG. DE ZUNCHO | HORAS PROGRAMADAS | EFICIENCIA |
|----------|------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------|----------------------------------|
| | | | | | | $E = \frac{T_u}{T_t} \times 100$ |
| 1 | 02/10/2017 | 9.2 | 419.30 | 600 | 12 | 76.67% |
| 2 | 03/10/2017 | 9.5 | 432.97 | 600 | 12 | 79.17% |
| 3 | 04/10/2017 | 9.0 | 410.18 | 600 | 12 | 75.00% |
| 4 | 05/10/2017 | 9.7 | 442.08 | 600 | 12 | 80.83% |
| 5 | 06/10/2017 | 9.6 | 437.53 | 600 | 12 | 80.00% |
| 6 | 07/10/2017 | 9.7 | 442.08 | 600 | 12 | 80.83% |
| 7 | 09/10/2017 | 9.3 | 423.85 | 600 | 12 | 77.50% |
| 8 | 10/10/2017 | 9.1 | 414.74 | 600 | 12 | 75.83% |
| 9 | 11/10/2017 | 9.4 | 428.41 | 600 | 12 | 78.33% |
| 10 | 12/10/2017 | 9.4 | 428.41 | 600 | 12 | 78.33% |
| 11 | 13/10/2017 | 9.6 | 437.53 | 600 | 12 | 80.00% |
| 12 | 14/10/2017 | 9.0 | 410.18 | 600 | 12 | 75.00% |
| 13 | 16/10/2017 | 9.0 | 410.18 | 600 | 12 | 75.00% |
| 14 | 17/10/2017 | 9.5 | 432.97 | 600 | 12 | 79.17% |
| 15 | 18/10/2017 | 9.8 | 446.64 | 600 | 12 | 81.67% |
| 16 | 19/10/2017 | 9.2 | 419.30 | 600 | 12 | 76.67% |
| 17 | 20/10/2017 | 9.0 | 410.18 | 600 | 12 | 75.00% |
| 18 | 21/10/2017 | 9.9 | 451.20 | 600 | 12 | 82.50% |
| 19 | 23/10/2017 | 9.5 | 432.97 | 600 | 12 | 79.17% |
| 20 | 24/10/2017 | 9.6 | 437.53 | 600 | 12 | 80.00% |
| 21 | 25/10/2017 | 9.0 | 410.18 | 600 | 12 | 75.00% |
| 22 | 26/10/2017 | 9.9 | 451.20 | 600 | 12 | 82.50% |
| 23 | 27/10/2017 | 9.0 | 410.18 | 600 | 12 | 75.00% |
| 24 | 28/10/2017 | 9.1 | 414.74 | 600 | 12 | 75.83% |
| 25 | 30/10/2017 | 9.9 | 451.20 | 600 | 12 | 82.50% |
| 26 | 31/10/2017 | 9.5 | 432.97 | 600 | 12 | 79.17% |
| PROMEDIO | | | | | | 78.33% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25, se puede apreciar la eficiencia actual en la producción diaria y el promedio de esta que es de 78.33 % esto con respecto a las horas que realmente se están trabajando, debemos considerar que hay demoras en por paradas por cambio de agua en el tanque de recepción del zuncho.

Gráfico 13. Comportamiento de la eficiencia antes de la mejora.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 13, muestra el comportamiento de la eficiencia en la medición del pre – test, como se puede apreciar en el gráfico se tiene una media de 0.7833, que se puede interpretar como que se tiene un 78.33 % de promedio de la eficacia que es el valor que muestra la tabla 25, también se puede observar que se tiene una desviación estándar de 0.02625 que se puede interpretar como que la dispersión de los datos es bajo quiere decir que los datos están cerca de la media.

➤ **Eficacia**

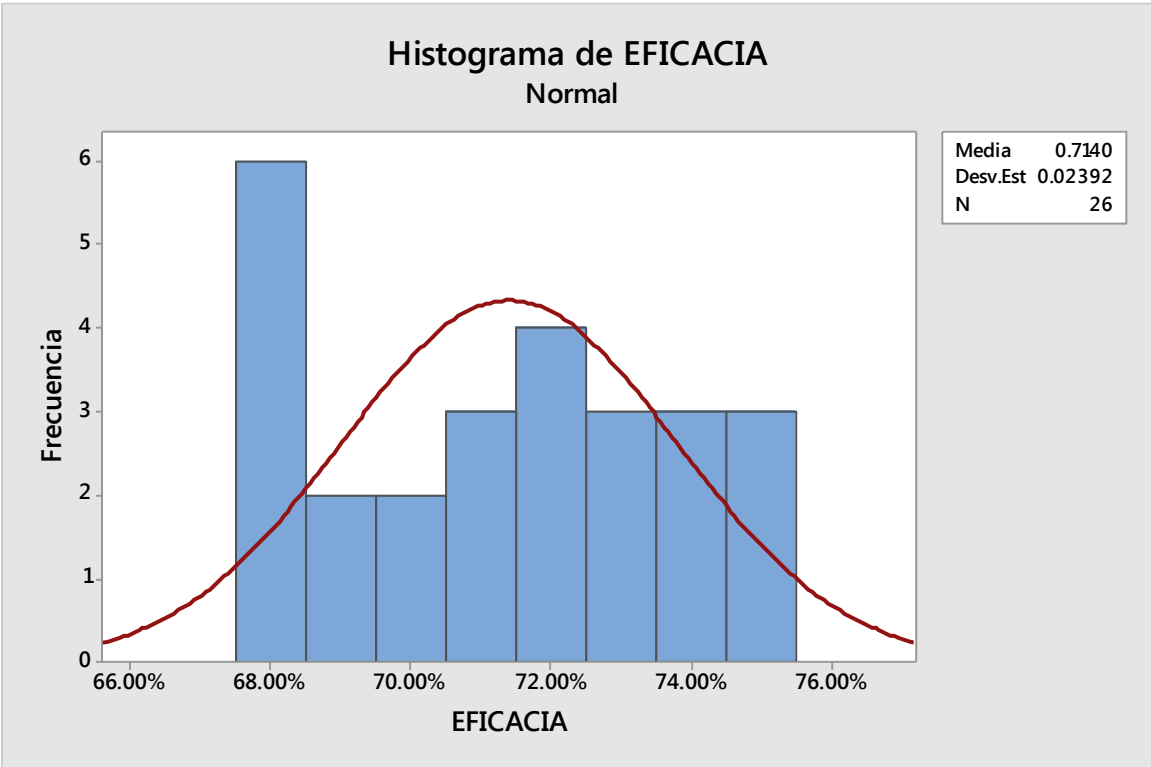
Tabla 26. Eficacia antes de la mejora.

| ITEM | DIA | PRODUCCIÓN REAL EN KG. DE ZUNCHO. | PRODUCCIÓN PROGRAMADA EN KG. DE ZUNCHO | EFICACIA |
|-----------------|------------|---|---|--------------------------------|
| | | | | $E = \frac{Up}{Pp} \times 100$ |
| 1 | 02/10/2017 | 419.30 | 600 | 69.88% |
| 2 | 03/10/2017 | 432.97 | 600 | 72.16% |
| 3 | 04/10/2017 | 410.18 | 600 | 68.36% |
| 4 | 05/10/2017 | 442.08 | 600 | 73.68% |
| 5 | 06/10/2017 | 437.53 | 600 | 72.92% |
| 6 | 07/10/2017 | 442.08 | 600 | 73.68% |
| 7 | 09/10/2017 | 423.85 | 600 | 70.64% |
| 8 | 10/10/2017 | 414.74 | 600 | 69.12% |
| 9 | 11/10/2017 | 428.41 | 600 | 71.40% |
| 10 | 12/10/2017 | 428.41 | 600 | 71.40% |
| 11 | 13/10/2017 | 437.53 | 600 | 72.92% |
| 12 | 14/10/2017 | 410.18 | 600 | 68.36% |
| 13 | 16/10/2017 | 410.18 | 600 | 68.36% |
| 14 | 17/10/2017 | 432.97 | 600 | 72.16% |
| 15 | 18/10/2017 | 446.64 | 600 | 74.44% |
| 16 | 19/10/2017 | 419.30 | 600 | 69.88% |
| 17 | 20/10/2017 | 410.18 | 600 | 68.36% |
| 18 | 21/10/2017 | 451.20 | 600 | 75.20% |
| 19 | 23/10/2017 | 432.97 | 600 | 72.16% |
| 20 | 24/10/2017 | 437.53 | 600 | 72.92% |
| 21 | 25/10/2017 | 410.18 | 600 | 68.36% |
| 22 | 26/10/2017 | 451.20 | 600 | 75.20% |
| 23 | 27/10/2017 | 410.18 | 600 | 68.36% |
| 24 | 28/10/2017 | 414.74 | 600 | 69.12% |
| 25 | 30/10/2017 | 451.20 | 600 | 75.20% |
| 26 | 31/10/2017 | 432.97 | 600 | 72.16% |
| PROMEDIO | | | | 71.40% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26, se puede apreciar la eficacia diaria que se obtiene en el proceso de producción actual, como se observa es de 71.40% en comparación que se podría producir es muy bajo.

Gráfico 14. Comportamiento de la eficacia antes de la mejora.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 14, muestra el comportamiento de la eficacia en la medición del pre – test, como se puede apreciar en el gráfico se tiene una media de 0.7140, que se puede interpretar como que se tiene un 71.40 % de promedio de la eficacia que es el valor que muestra la tabla 26, también se pudo observar que se tiene una desviación estándar de 0.02392 que se puede interpretar como que la dispersión de los datos es bajo quiere decir que los datos están cerca de la media.

Tabla 27. Productividad antes de la mejora.

| PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA EMPRESA | | |
|------------------------------------|-------|------|
| 78.33 | 71.40 | 0.40 |
| | | |
| 78% | 71% | 56% |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 27, muestra la productividad antes de la mejora como se puede apreciar es de 56% siendo muy bajo este nivel.

2.7.2. Propuesta de mejora

Una vez identificado y recolectado la información de las causas de mayor impacto, sobre las cuales se tienen que aplicar las alternativas de solución con la ayuda de la metodología DMAIC. Para mejorar la productividad, se propondrá algunas alternativas de solución (propuesta a implementar). También, se presentará un cronograma a seguir para la implementación de la propuesta y el presupuesto necesario para arrancar con la implementación de la misma

2.7.2.1. Propuesta de solución mecánica

La empresa SIVEIN SAC al hallarse en la necesidad de implementar un sistema de enfriamiento debido a que es de suma importancia mejorar la calidad de su producto, la productividad de la empresa. Toman la decisión de adquirir un equipo enfriador de agua (chiller) que ayudara a mantener la temperatura del agua a una temperatura constante que ayudará a reducir tiempos de producción y la disminuir las pérdidas de material. El equipo será suministrado por la empresa refrigeración vilela EIRL, la cual también se encargara de la instalación. Esta máquina tiene un costo de US\$ 5,310.00 dólares americanos, mientras que la instalación US\$ 1,416.00 dólares americanos, el tiempo que demora la instalación es de 3 días.



Figura 22. Chiller.

Un Chiller es una unidad enfriadora de líquidos. Es capaz de enfriar el ambiente usando la misma operación de refrigeración que los aires acondicionados o deshumidificadores, enfría el agua, aceite o cualquier otro fluido. Esta solución enfriada puede ser usada en un amplio rango de operaciones.

Las aplicaciones que pueden tener estos equipos son varias aquí alguna de ellas:

- En la industria plástica: Enfriador de moldes para las extrusoras, soplado, extruido o sellado.
- La industria gráfica: Para enfriar rodillos templados enfriados debido a la fricción y hornos que curan la tinta, junto con las lámparas ultravioletas también para los propósitos de curado.
- La industria HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado): A gran escala los sistemas de aire acondicionado bombean el agua helada a los serpentines llamados fan coil en áreas específicas. Los sistemas de manejo de agua helada para cada área, abren y cierran el flujo de agua a través de áreas específicas manteniendo el aire en las habitaciones a la temperatura deseada.
- La industria del corte con láser: la tecnología ha creado máquinas que pueden cortar productos de acero muy específicos con el uso preciso de máquinas de corte

con láser. Este láser opera a temperaturas muy altas y debe ser enfriado para funcionar correctamente.

Tabla 28. Características técnicas del equipo adquirido.

| CARACTERÍSTICAS DEL CHILLER INSTALADO. | |
|--|-----------------|
| CAPACIDAD FRIGORÍFICA. | 15,500 KCAL/HR. |
| FLUJO | AGUA - 10 M3/HR |
| TENSIÓN | 230/3/60 |
| REFRIGERANTE | R- 407C |
| TEMPERATURA AMBIENTE | 37 °C |
| RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO. | 7 °C - 20 °C |

Fuente: ficha técnica de la máquina, elaboración propia.

La tabla 28, muestra las especificaciones técnicas del equipo (chiller) que adquirió la empresa para mejorar el funcionamiento de su línea de producción de zuncho, siendo estas las adecuadas para el correcto funcionamiento.

Tabla 29. Cronograma de actividades del proyecto.

| ITEM | ACTIVIDAD | ENERO | | | FEBRERO | | | MARZO | | | ABRIL | | | MAYO | | | JUNIO | | | JULIO | | |
|------|--|-------|--|--|---------|--|--|-------|--|--|-------|--|--|------|--|--|-------|--|--|-------|--|--|
| 1 | Implementación mecánica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Compra del equipo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Instalación del equipo de refrigeración. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Descripción de la situación actual de la empresa. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Recolección de datos e información. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Descripción del proceso productivo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Toma de tiempos de la producción. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Elaboración de cuadros de la evaluación PRE-TEST de las variables. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Estimación de la productividad antes de la mejora | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Descripción de las principales causas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Elaboración de la propuesta de la mejora. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Alternativas propuestas para la solución de problemas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Elaboración del cronograma de la propuesta. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Presentación de la propuesta. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | Implementación de la metodología DMAIC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | Fase Definir "D". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Fase Medir "M". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | Fase Analizar "A". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | Fase Mejorar "I". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | Fase Controlar "C". | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | Resultados de las variables. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Medición de resultados POST - TEST | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | Análisis económico financiero | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | Análisis del costo beneficio. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | VAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | TIR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | Resultados. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | Análisis descriptivo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | Análisis inferencial. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | Comprobación de hipótesis. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | Discusión, Conclusiones y Recomendaciones. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29, se muestra el cronograma propuesto para el desarrollo del proyecto de mejora, para aumentar la productividad de la empresa SIVEIN SAC.

Presupuesto del Proyecto

Tabla 30. Presupuesto del proyecto.

| DESCRIPCIÓN | COSTO | |
|--|--------------|---------------------|
| DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA. | | |
| Costo horas - hombre. | S/ 500.00 | |
| Cronómetro CASIO SH-80TW-1EF. | S/ 160.00 | |
| Lapiceros. | S/ 4.00 | |
| Memoria USB 8GB. | S/ 28.00 | |
| Material impreso. | S/ 50.00 | |
| | | S/ 742.00 |
| ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA. | | |
| Costo horas - hombre. | S/ 500.00 | |
| Material impreso. | S/ 20.00 | |
| | | S/ 520.00 |
| IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGIA DMAIC. | | |
| Costo horas - hombre. | S/ 1000.00 | |
| Material impreso. | S/ 20.00 | |
| Capacitación al personal. | S/ 300.00 | |
| | | S/ 1320.00 |
| IMPLEMENTACIÓN MECÁNICA. | | |
| Equipo de enfriamiento (chiller) | S/ 17,250.00 | |
| Mano de obra de la instalación | S/ 4,600.00 | |
| | | S/ 21,850.00 |
| ESTUDIO DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES. | | |
| Costo horas - hombre. | S/ 100.00 | |
| Material impreso. | S/ 20.00 | |
| | | S/ 120.00 |
| ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO. | | |
| Costo horas - hombre. | S/ 100.00 | |
| | | S/ 100.00 |
| TOTAL. | | S/24,632.00 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 30, muestra el presupuesto presentado al gerente de la empresa que asciende a un monto de S/ 24,632.00 y se obtiene la aprobación del mismo, por lo que se puede proceder con la implementación del proyecto.

2.7.3. Implementación de la propuesta

La metodología DAMIC tiene 5 fases la cuales se desarrollan en las diferentes etapas del proyecto. En la fase de definición se detectó las principales causas que generan la baja productividad y en algunos casos la mala calidad del producto, para esto previa consulta con el gerente de la empresa para atacar las tres causas principales que generan los problemas en la producción y calidad del producto. Se optó por las siguientes las soluciones tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 31. Cuadro de alternativas de propuestas de solución.

| CÓDIGO | CAUSA | ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN | | DECISIÓN |
|--------|--|----------------------------|---|----------------------------|
| C5 | FALTA SISTEMA DE ENFRIAMIENTO | CHILLER | DRY COOLER | CHILLER |
| C3 | ESTANDARIZACIÓN DE MATERIA PRIMA | REQUERIMIENTO AL PROVEEDOR | ADQUIRIR UN MOLINO DE PP Y PELITIZADORA | REQUERIMIENTO AL PROVEEDOR |
| C9 | FALTA CONTROL EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN | FICHA DE CONTROL | | FICHA DE CONTROL |

Fuente: Elaboración propia.

Mejorar

Implementación mecánica - chiller. Para la solución de la causa (C5)

Dentro de la propuesta de mejora está la mejora mecánica que consta de la implementación de un sistema de refrigeración (chiller) que ayudará a mejorar el proceso de producción y el producto en sí. Como se mencionó en el capítulo anterior este equipo se encarga de mantener en agua del tanque de recepción del zuncho a una temperatura constante, de esta manera se disminuye tiempo de producción, se reduce las pérdidas de materia prima, se mejora la calidad del producto y un punto muy importante es que se ahorra este recurso (agua) que cada vez es más escaso. En la siguiente imagen se muestra de cómo queda instalado el equipo con la máquina listo para la producción de zuncho.

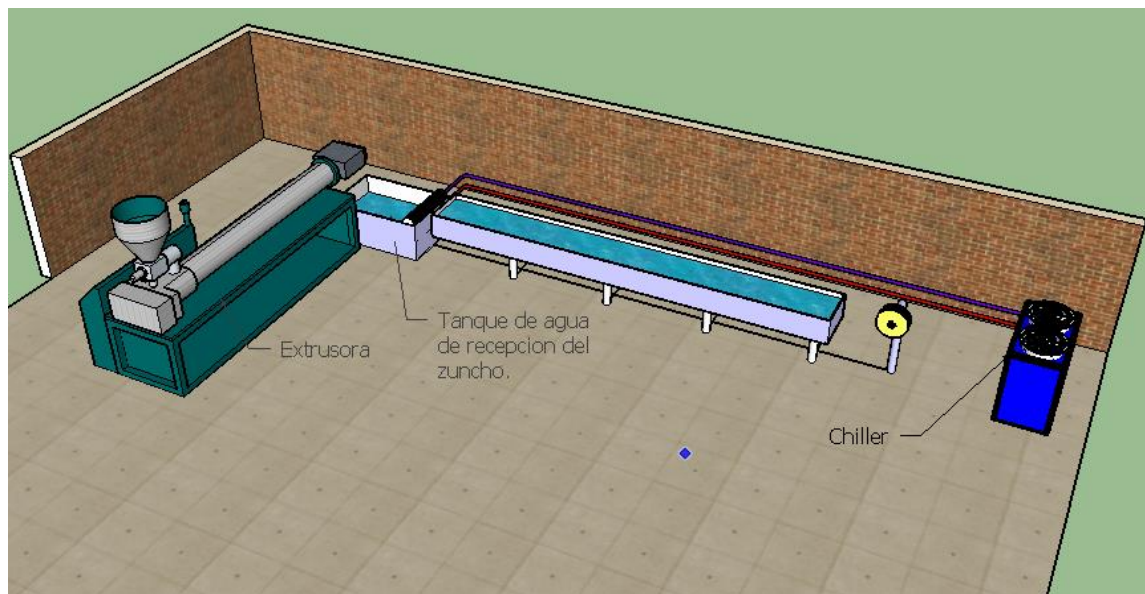


Figura 23. Instalación de la propuesta mecánica.

Como se puede apreciar en la imagen el chiller lo que hace es recircular el agua del tanque por medio de una bomba, en el equipo lo enfría a la temperatura que se desea, como el agua es recirculada significa ahorro de la misma, por otro lado de quita el tiempo de espera en el proceso, ya que el producto pasa por el tanque que tiene la temperatura adecuada para el producto, ese tiempo que se perdía en el cambio del agua ahora se puede utilizar para otras actividades como la selección de la materia prima para homogenizar el producto y de esta manera obtener un producto competitivo en el mercado por su calidad.

Requerimiento al proveedor – solución a la causa (C3)

La empresa opta por esta alternativa de solución debido a que es en este momento la empresa no está dispuesta a invertir en la compra de su propio molino de polipropileno y una máquina peletizadora que garantizaría la estandarización de su materia prima debido a que la empresa misma produciría su material para su proceso de fabricación de zuncho. A su principal proveedor le genera sus pedidos con las características que facilitan su proceso y le aseguran su calidad del producto final.

Para facilitar este trabajo se creó un formato para la recepción de la materia prima en cual visualmente se verifica el material, se pesa para verificar la cantidad, quien realiza la inspección del material, a continuación se muestra en la siguiente imagen el formato diseñado para esta tarea.

| SIVEIN S.A.C. INGRESO DE MATERIA PRIMA | | | | | | | |
|--|-------|------|----------|-----------------------|-----------------------------|------|-------------|
| PROVEEDOR | FECHA | TIPO | CANTIDAD | RESP. DE LA RECEPCIÓN | EVALUACIÓN DE MATERIA PRIMA | | |
| | | | | | OK | Obs. | COMENTARIOS |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Figura 24. Formato de control de ingreso de materia prima.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 24, muestra el formato a utilizar para el control del ingreso de materia prima, este formato fue aprobado por el gerente de la empresa. (Ver anexo 7)

Para la causa (C9) control en el proceso de fabricación

Para mejorar este punto y obtener información que pueda servir en el futo se creó un formato de control para el proceso de fabricación en donde se colocan las características del zuncho la temperatura de ingreso y salida del material en el tanque de agua, la velocidad a la que viene trabajando los rodillos de regulación a la salida del zuncho para dar el espesor y ancho del producto, el peso del rollos una vez bobinado, los datos que arroje cuando se realicen las pruebas de calidad y resistencia del zuncho.

El control. Es la última fase de la metodología DAMIC es esta se utilizarán formatos como el ya mencionado anteriormente para el control de proceso, adicionalmente sirven como apoyo los formatos que ya cuenta la empresa como son los de registro de la producción diaria, incidentes dentro del proceso de fabricación, los comentarios de los clientes de cuan satisfechos están con el producto esto ayudara a mejorar en los puntos que sea necesario para el crecimiento de la empresa.

A continuación en la siguiente imagen se muestra el formato para el control en el proceso de fabricación del zuncho.

| SIVEIN S.A.C. FORMATO DE CONTROL DEL PROCESO | | | | | | | | |
|---|-----------|-----------------|---------------------------|----------|------------------------------|----------------|----------------------------------|---------|
| PRODUCCIÓN | | CARACTERÍSTICAS | | | PRODUCCIÓN DEL DÍA | | | |
| PRODUCTO | | ANCHO | | | OPERARIO | | | |
| META DIARIA | | ESPESOR | | | APROBADO POR: | | | |
| N° | OPERACIÓN | CANTIDAD | PARAMETROS DE TEMPERATURA | | VELOCIDAD DE PASO DEL ZUNCHO | PESO DEL ROLLO | PRUEBA DE SOPORTE DE RESISTENCIA | |
| | | | T. INGRESO | T.SALIDA | | | PARÁMETRO | ROPTURA |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |











Figura 25. Formato de control del proceso de producción del zuncho

Fuente: elaboración propia

2.7.4. Resultados.

En seguida se mostrarán los resultados una vez realizado la implementación de la propuesta de mejora teniendo el apoyo de la metodología DMAIC, observar el grado de incidencia que se ha tenido en las variables y en cuanto a mejorado la productividad en la empresa SIVEIN S.A.C.

Tabla 32. DAP después de la mejora del proceso de producción del zuncho.

| DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------|--|------------|---|---|---|---|---|---|
| DIAGRAMA N°: | | HOJA N°: | | | | | | | | |
| Empresa | SIVEIN S.A.C. | | | ACTIVIDAD | SIMB. | CANT. | TIEMP. TOTAL (min) | | | |
| Proceso | Fabricación de zuncho | | | OPERACIÓN |  | 7 | 40 | | | |
| | | | | TRANSPORTE |  | 2 | 30 | | | |
| | | | | ESPERA |  | 0 | 0 | | | |
| Realizado | Edwin Nicolas Vilela Villegas | | | INSPECCION |  | 1 | 2 | | | |
| | | | | ALMACENAM. |  | 2 | 300 | | | |
| Fecha | 10/04/2018 | | | DISTANCIA | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE ACTIVIDAD | | | | T (min) | DISTANCIA (m) |  |  |  |  |  |
| 1 | RECEPCION DE MATERIA PRIMA | | | 20 | 5 | ● | | | | |
| 2 | LLEVAR MATERIA PRIMA AL ALMACEN | | | 25 | 15 | | ● | | | |
| 3 | ALMACENADO DE MATERIA PRIMA | | | 60 | 0 | | | | ● | |
| 4 | LLEVAR MATERIA PRIMA A LA BALANZA | | | 5 | 6 | | ● | | | |
| 5 | PESADO DE MATERIA PRIMA | | | 1 | 1 | ● | | | | |
| 6 | MEZCLADO DEMATERIA PRIMA | | | 5 | 2 | ● | | | | |
| 7 | ALIMENTACION A LA TOLVA | | | 1 | 2 | ● | | | | |
| 8 | EXTRUSORA | | | 0.5 | 0 | ● | | | | |
| 9 | TANQUE DE AGUA RECEPCION DE ZUNCHO | | | 0 | 0 | ● | | | | |
| 10 | BOBINADO DEL ZUNCHO | | | 12 | 0 | ● | | | | |
| 11 | PESADO DEL ZUNCHO | | | 0.5 | 0 | ● | | | | |
| 12 | INSPECCION DEL ZUNCHO | | | 2 | 0 | | | | ● | |
| 13 | ALMACENADO DEL ZUNCHO | | | 240 | 0 | | | | ● | |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 32, se muestra todas las actividades que se realizan como se puede apreciar son las mismas, con la diferencia que se ha eliminado el tiempo de espera en el tanque de agua. Las operaciones, inspección, espera, transporte y almacenamiento, a base del estudio minucioso, tienen el mismo tiempo.

Tabla 33. Toma de tiempos post – test.

| ITEM | DÍA | TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE UN ROLLO DE 8 KG. (EN MINUTOS). | | | | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO EN (MINUTOS) | TIEMPO PROMEDIO EN (HORAS) | TIEMPO REAL TRABAJADO EN (HORAS) | TIEMPO PERDIDO EN (HORAS). | HORAS PROGRAMADAS |
|-----------------------|------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|----------------------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | | | | | |
| 1 | 01/03/2018 | 8.2 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10.1 | 0.9 | 12 |
| 2 | 02/03/2018 | 8.5 | 8.2 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.8 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 3 | 03/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.5 | 8.1 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 4 | 05/03/2018 | 8.3 | 8.2 | 8.5 | 8.2 | 8.7 | 8.3 | 8.6 | 8.6 | 8.5 | 8.2 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 5 | 06/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.5 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.3 | 8.4 | 0.14 | 10.1 | 0.9 | 12 |
| 6 | 07/03/2018 | 8.8 | 8.1 | 8.1 | 8.8 | 8.2 | 8.6 | 8.2 | 8.8 | 8.7 | 8.2 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 7 | 08/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 8 | 09/03/2018 | 8.5 | 8.6 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.7 | 8.2 | 8.3 | 8.2 | 8.4 | 0.14 | 10.3 | 0.7 | 12 |
| 9 | 10/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 10 | 12/03/2018 | 8.2 | 8.7 | 8.3 | 8.3 | 8.4 | 8.6 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.7 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 11 | 13/03/2018 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 12 | 14/03/2018 | 8.3 | 8.4 | 8.3 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.6 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.4 | 0.14 | 10.1 | 0.9 | 12 |
| 13 | 15/03/2018 | 8.6 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.7 | 8.3 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 14 | 16/03/2018 | 8.8 | 8.3 | 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.3 | 8.7 | 8.8 | 8.6 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 15 | 17/03/2018 | 8.6 | 8.5 | 8.5 | 8.3 | 8.5 | 8.3 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 0.14 | 10.5 | 0.5 | 12 |
| 16 | 19/03/2018 | 8.3 | 8.5 | 8.7 | 8.3 | 8.5 | 8.3 | 8.5 | 8.8 | 8.3 | 9.3 | 8.6 | 0.14 | 10.4 | 0.6 | 12 |
| 17 | 20/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.3 | 8.5 | 8.3 | 8.4 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 18 | 21/03/2018 | 8.9 | 8.7 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.8 | 8.6 | 8.6 | 0.14 | 10.5 | 0.5 | 12 |
| 19 | 22/03/2018 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.5 | 0.14 | 10.5 | 0.5 | 12 |
| 20 | 23/03/2018 | 8.5 | 8.3 | 8.7 | 8.9 | 8.3 | 8.4 | 8.6 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.5 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 21 | 24/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 22 | 26/03/2018 | 8.5 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.7 | 8.3 | 8.4 | 8.7 | 8.6 | 8.7 | 8.5 | 0.14 | 10.4 | 0.6 | 12 |
| 23 | 27/03/2018 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 24 | 28/03/2018 | 8.3 | 8.8 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.9 | 8.3 | 8.7 | 8.3 | 8.6 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 25 | 29/03/2018 | 8.7 | 8.6 | 8.4 | 8.8 | 8.5 | 8.6 | 8.8 | 8.3 | 8.5 | 8.5 | 8.6 | 0.14 | 10.3 | 0.7 | 12 |
| 26 | 31/03/2018 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.3 | 8.4 | 8.7 | 8.9 | 8.5 | 0.14 | 10.3 | 0.7 | 12 |
| TIEMPO PROMEDIO TOTAL | | | | | | | | | | | | 8.4 | 0.14 | 10.18 | 0.82 | 12 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 33, se puede apreciar el tiempo promedio que es de 8.4 minutos esto equivale a 0.15 horas, disminuyendo 7.1 minutos equivalentes a 0.14 horas menos en la producción de un rollo de zuncho de 8 kg. Por otro lado se observa el tiempo que se está perdiendo que es un promedio de 0.82 horas, este tiempo también ha disminuido considerablemente y las horas trabajadas diariamente tiene un promedio de 10.18 horas, esto significa que la cantidad de producto producido aumenta de 420 Kg. aproximadamente por día a 570 kg. Diarios como se puede apreciar la diferencia es equivalente al doble de lo producido anteriormente sin el equipo de refrigeración, ahora la empresa SIVEIN SAC produce unos 13,500 kg. Al mes, con esta cantidad puede cumplir con sus pedidos al 100% y ahora tiene la opción de vender a otros clientes que no podía atender por falta de capacidad de producción.

Medición post – test de la variable Independiente

➤ Índice de pedidos atendidos (IP)

Tabla 34. Cantidad de pedidos en el mes de marzo del 2018.

| PEDIDOS Y DESPACHOS DEL MES DE MARZO DEL 2018 | | | | |
|--|----------------------------|--|------------------------------|---------------------------|
| CLIENTE | CANTIDAD DE PEDIDOS | TOTAL DE ROLLOS PEDIDOS AL MES. | PESO DEL ROLLO EN KG. | DESPACHADOS AL MES |
| INDUSTRIAS PANDA SAC | 1 | 237.5 | 8 | 237.5 |
| INDUSTRIAS SUAREZ SAC | 3 | 225 | 8 | 225 |
| FERRETERÍA AURORA SRL | 1 | 200 | 8 | 200 |
| INVERSIONES ANÍBAL EIRL | 2 | 225 | 8 | 225 |
| INVERSIONES J & C SAC | 3 | 200 | 8 | 200 |
| INVERSIONES ROMERO SRL | 1 | 200 | 8 | 200 |
| DESPACHOS A LAS MALVINAS | 6 | 200 | 8 | 200 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 34, se observa la cantidad de pedidos existentes de la empresa SIVEIN SAC y los pedidos atendidos en el mes de marzo del 2018, también se puede apreciar que aumento su cartera de clientes de la empresa, considerando a las Malvinas (ver tabla 13), como un cliente aunque sea varios los que solicitan el producto los agrupamos como uno solo debido que se despachan el mismo día.

Tabla 35. Comparación de productos solicitados y productos despachados.

| PRODUCTO SOLICITADO EN KG | | PRODUCTO DESPACHADO EN KG | |
|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| INDUSTRIAS PANDA SAC | 1900 | INDUSTRIAS PANDA SAC | 1900 |
| INDUSTRIAS SUAREZ SAC | 1800 | INDUSTRIAS SUAREZ SAC | 1800 |
| FERRETERÍA AURORA SRL | 1600 | FERRETERÍA AURORA SRL | 1600 |
| INVERSIONES ANÍBAL EIRL | 1800 | INVERSIONES ANÍBAL EIRL | 1800 |
| INVERSIONES J & C SAC | 1600 | INVERSIONES J & C SAC | 1600 |
| INVERSIONES ROMERO SRL | 1600 | INVERSIONES ROMERO SRL | 1600 |
| MALVINAS | 1600 | MALVINAS | 1600 |
| TOTAL | 11900 | TOTAL | 11900 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 35, muestra la comparación de los pedidos en kilogramos realizados por los clientes de la empresa y los productos despachados del mes de marzo como se puede apreciar son atendidos completamente, por otro lado con estos datos podemos realizar el índice de pedidos atendidos como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 36. Índice de pedidos atendidos.

| | | |
|-----------|------|---------|
| IP. MARZO | 1.00 | 100.00% |
|-----------|------|---------|

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 36, muestra el índice de los pedidos atendidos que viene a ser 100% en el mes de marzo del 2018, esto indica que se está cumpliendo con los pedidos por completo, gracias a que no hay pérdidas de tiempo en la producción y no hay desperdicios de materia prima.

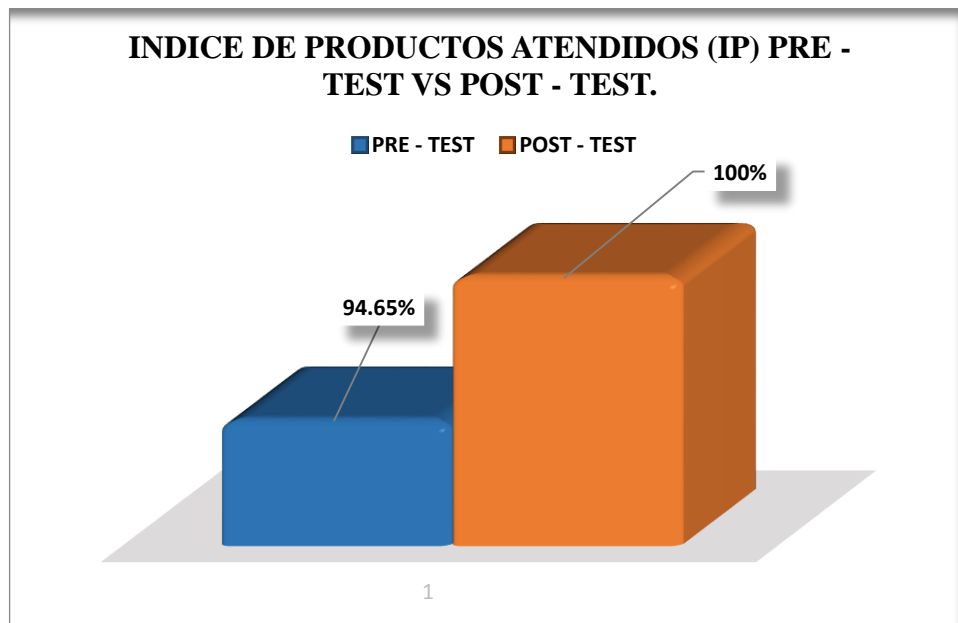
Tabla 37. PRE – TEST VS POST – TEST del índice de pedidos atendidos (IP).

| COMPARACIÓN DE PRE - TEST VS POST - TEST DEL ÍNDICE DE PRODUCTOS ATENDIDOS (IP). | | | |
|--|------------|---------------|-------------|
| | PRE - TEST | | POST - TEST |
| IP OCTUBRE 2017 | 94.65% | IP MARZO 2018 | 100% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 37, se muestra la variación del índice de productos atendidos a los clientes, como se puede apreciar ahora se puede cumplir con los pedidos de los diferentes clientes que tiene la empresa, estos pedidos se están cumpliendo al 100%, la empresa puede atender otros pedidos que anteriormente no los podía atender por falta de capacidad de producción. En el siguiente gráfico se puede observar esta mejoría para la empresa de una manera más didáctica.

Gráfico 15. Índice de pedidos atendidos (IP) PRE – TEST VS POST – TEST.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 15. Se muestra la diferencia del Índice de productos atendidos (IP) del mes octubre que fue el pre – test en donde el IP fue de 94.65%, una vez implementada la mejora propuesta se tiene una variación positiva para la empresa como se puede apreciar en el mes de marzo que fue el post – test, se tuvo un IP de 100% esto gracias que se puede cumplir con todos los pedidos de los clientes satisfaciendo su demanda.

En las siguientes tablas se observará la variación que se ha obtenido en la cantidad de productos fallados en el proceso.

➤ **Índice de productos conformes (IC)**

Tabla 38. Productos conformes y productos defectuosos del mes de marzo del 2018.

| ITEM | PRODUCTOS CONFORMES DURANTE EL MES DE MARZO DEL 2018 | | | |
|------------------------|--|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| | FECHA | PRODUCCIÓN TOTAL EN KG. | PRODUCTO OK EN KG. | PRODUCTO DEFECTUOSO EN KG. |
| 1 | 01/03/2018 | 574.75 | 564.95 | 9.80 |
| 2 | 02/03/2018 | 580.44 | 570.24 | 10.20 |
| 3 | 03/03/2018 | 569.06 | 559.86 | 9.20 |
| 4 | 05/03/2018 | 580.44 | 570.64 | 9.80 |
| 5 | 06/03/2018 | 574.75 | 564.75 | 10.00 |
| 6 | 07/03/2018 | 569.06 | 558.56 | 10.50 |
| 7 | 08/03/2018 | 569.06 | 559.66 | 9.40 |
| 8 | 09/03/2018 | 586.13 | 577.23 | 8.90 |
| 9 | 10/03/2018 | 580.44 | 570.24 | 10.20 |
| 10 | 12/03/2018 | 569.06 | 558.56 | 10.50 |
| 11 | 13/03/2018 | 580.44 | 569.74 | 10.70 |
| 12 | 14/03/2018 | 574.75 | 565.25 | 9.50 |
| 13 | 15/03/2018 | 569.06 | 559.56 | 9.50 |
| 14 | 16/03/2018 | 569.06 | 559.26 | 9.80 |
| 15 | 17/03/2018 | 597.51 | 587.21 | 10.30 |
| 16 | 19/03/2018 | 591.82 | 581.82 | 10.00 |
| 17 | 20/03/2018 | 569.06 | 559.26 | 9.80 |
| 18 | 21/03/2018 | 597.51 | 588.61 | 8.90 |
| 19 | 22/03/2018 | 597.51 | 587.51 | 10.00 |
| 20 | 23/03/2018 | 580.44 | 570.94 | 9.50 |
| 21 | 24/03/2018 | 569.06 | 559.41 | 9.65 |
| 22 | 26/03/2018 | 591.82 | 582.52 | 9.30 |
| 23 | 27/03/2018 | 580.44 | 570.44 | 10.00 |
| 24 | 28/03/2018 | 569.06 | 560.06 | 9.00 |
| 25 | 29/03/2018 | 586 | 576 | 10.00 |
| 26 | 31/03/2018 | 586.13 | 576.63 | 9.50 |
| TOTAL | | 15062.95 | 14809.00 | 253.95 |
| PRODUCTO PEDIDO | | 11040 | | |
| STOCK | | 3769.00 | | |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 38, muestra la producción del mes de marzo del 2018, se observa los productos conformes y los no conformes, los cuales han disminuido en comparación con los meses antes de la implementación de la mejora. Como se puede apreciar ahora se tiene producto para stock lo cual es importante para la empresa para atender cualquier pedido urgente o la aparición de nuevos cliente. De estos datos se obtiene el Índice de productos conformes (IC). Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 39. Índice de productos conformes.

| | | | |
|---|------------------|-------------|---------------|
| IC = PRODUCTOS CONFORMES / PRODUCCIÓN TOTAL. | IC. MARZO | 0.98 | 98.31% |
|---|------------------|-------------|---------------|

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 39, muestra en porcentaje la cantidad de producto conforme que se ha obtenido en el mes de marzo del 2018, dicho indicador muestra que han disminuido los productos fallados generando ahorros para la empresa no solo de materia prima si no de tiempo en reprocesos.

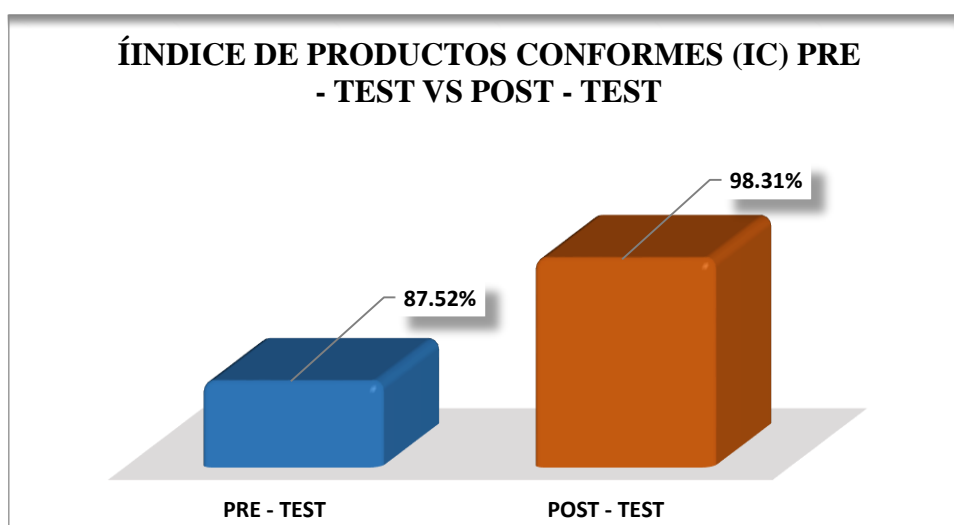
Tabla 40. PRE – TEST VS POST – TEST del índice de pedidos atendidos (IC).

| COMPARACIÓN DE PRE - TEST VS POST - TEST DEL ÍNDICE DE PRODUCTOS CONFORMES (IC). | | | |
|--|------------|----------------|-------------|
| | PRE - TEST | | POST - TEST |
| IC. OCTUBRE 2017 | 87.52% | IC. MARZO 2018 | 98.31% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 40, se muestra la variación del índice de productos conformes, como se puede apreciar se ha mejorado, reduciendo la cantidad de productos fallados y por ende la perdida de materia prima, esto generando mayor cantidad de producto aceptable para los clientes y aumentado ganancias económicas para la empresa, el siguiente grafico se muestra la variación del índice de productos conformes (IC).

Gráfico 16. Índice de productos atendidos (IC) PRE – TEST VS POST – TEST.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 16, se muestra la diferencia del Índice de productos atendidos (IC) de los meses de agosto, septiembre y octubre que fue el pre – test y los meses febrero, marzo y abril que fue el post – test, como se puede apreciar hay una mejora significativa disminuyendo los productos fallados, esto debido a que al estar la temperatura del tanque donde se realiza la recepción de zuncho caliente proveniente del cabezal de la extrusora, el agua está a 18 °C aproximadamente y la variación de esta temperatura es mínima esto genera que el producto salga con la calidad adecuada y todas las características físicas químicas que hace que el producto sea el correcto.

Medición post – test de la variable dependiente

➤ Eficiencia

Tabla 41. Eficiencia después de la mejora.

| ITEM | DIA | TIEMPO REAL TRABAJADO EN (HORAS) | PRODUCCIÓN REAL EN KG. DE ZUNCHO. | PRODUCCIÓN PROGRAMADA EN KG. DE ZUNCHO | HORAS PROGRAMADAS | EFICIENCIA |
|----------|------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------|----------------------------------|
| | | | | | | $E = \frac{T_u}{T_t} \times 100$ |
| 1 | 01/03/2018 | 10.1 | 574.75 | 600 | 12 | 84.17% |
| 2 | 02/03/2018 | 10.2 | 580.44 | 600 | 12 | 85.00% |
| 3 | 03/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 4 | 05/03/2018 | 10.2 | 580.44 | 600 | 12 | 85.00% |
| 5 | 06/03/2018 | 10.1 | 574.75 | 600 | 12 | 84.17% |
| 6 | 07/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 7 | 08/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 8 | 09/03/2018 | 10.3 | 586.13 | 600 | 12 | 85.83% |
| 9 | 10/03/2018 | 10.2 | 580.44 | 600 | 12 | 85.00% |
| 10 | 12/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 11 | 13/03/2018 | 10.2 | 580.44 | 600 | 12 | 85.00% |
| 12 | 14/03/2018 | 10.1 | 574.75 | 600 | 12 | 84.17% |
| 13 | 15/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 14 | 16/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 15 | 17/03/2018 | 10.5 | 597.51 | 600 | 12 | 87.50% |
| 16 | 19/03/2018 | 10.4 | 591.82 | 600 | 12 | 86.67% |
| 17 | 20/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 18 | 21/03/2018 | 10.5 | 597.51 | 600 | 12 | 87.50% |
| 19 | 22/03/2018 | 10.5 | 597.51 | 600 | 12 | 87.50% |
| 20 | 23/03/2018 | 10.2 | 580.44 | 600 | 12 | 85.00% |
| 21 | 24/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 22 | 26/03/2018 | 10.4 | 591.82 | 600 | 12 | 86.67% |
| 23 | 27/03/2018 | 10.2 | 580.44 | 600 | 12 | 85.00% |
| 24 | 28/03/2018 | 10 | 569.06 | 600 | 12 | 83.33% |
| 25 | 29/03/2018 | 10.3 | 586.13 | 600 | 12 | 85.83% |
| 26 | 31/03/2018 | 10.3 | 586.13 | 600 | 12 | 85.83% |
| PROMEDIO | | | | | | 84.84% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 41, se puede apreciar la eficiencia actual en la producción diaria y el promedio de esta que es de 84.84 % esto con respecto a las horas que realmente se están trabajando, se ha mejorado con respecto a la eficiencia antes de la mejora. (Ver tabla 25)

➤ **Eficacia**

Tabla 42. Eficacia después de la mejora.

| ITEM | DIA | PRODUCCIÓN REAL EN KG. DE ZUNCHO. | PRODUCCIÓN PROGRAMADA EN KG. DE ZUNCHO | EFICACIA |
|----------|------------|---|---|--------------------------------|
| | | | | $E = \frac{Up}{Pp} \times 100$ |
| 1 | 01/03/2018 | 574.75 | 600 | 95.79% |
| 2 | 02/03/2018 | 580.44 | 600 | 96.74% |
| 3 | 03/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 4 | 05/03/2018 | 580.44 | 600 | 96.74% |
| 5 | 06/03/2018 | 574.75 | 600 | 95.79% |
| 6 | 07/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 7 | 08/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 8 | 09/03/2018 | 586.13 | 600 | 97.69% |
| 9 | 10/03/2018 | 580.44 | 600 | 96.74% |
| 10 | 12/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 11 | 13/03/2018 | 580.44 | 600 | 96.74% |
| 12 | 14/03/2018 | 574.75 | 600 | 95.79% |
| 13 | 15/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 14 | 16/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 15 | 17/03/2018 | 597.51 | 600 | 99.59% |
| 16 | 19/03/2018 | 591.82 | 600 | 98.64% |
| 17 | 20/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 18 | 21/03/2018 | 597.51 | 600 | 99.59% |
| 19 | 22/03/2018 | 597.51 | 600 | 99.59% |
| 20 | 23/03/2018 | 580.44 | 600 | 96.74% |
| 21 | 24/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 22 | 26/03/2018 | 591.82 | 600 | 98.64% |
| 23 | 27/03/2018 | 580.44 | 600 | 96.74% |
| 24 | 28/03/2018 | 569.06 | 600 | 94.84% |
| 25 | 29/03/2018 | 586.13 | 600 | 97.69% |
| 26 | 31/03/2018 | 586.13 | 600 | 97.69% |
| PROMEDIO | | | | 96.56% |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 42, se puede apreciar la eficacia diaria que se obtiene en el proceso de producción actual, como se observa es de 96.56%, realizando una comparación con la eficacia antes de la mejora que era de 71.40% (Ver tabla 26), podemos ver que ha mejorado en un buen porcentaje.

Tabla 43. Productividad antes de la mejora.

| PRODUCTIVIDAD ACTUAL DE LA EMPRESA | | |
|------------------------------------|------|------|
| 0.85 | 0.97 | 0.79 |
| 85% | 97% | 82% |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 43, muestra la productividad después de implementar la mejora como se puede apreciar es de 82% subiendo el porcentaje a comparación de la productividad antes de la mejora que tenía un 82% (ver tabla 27).

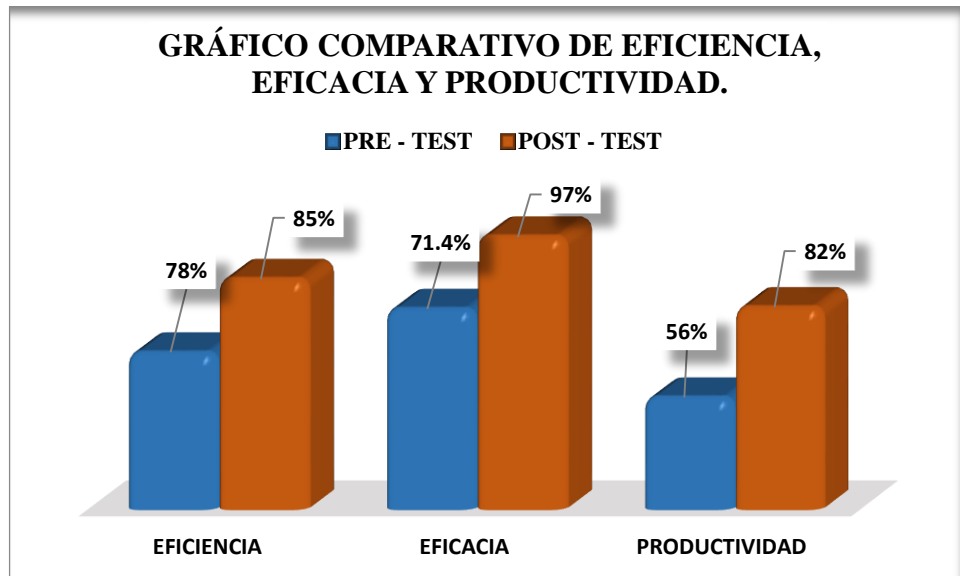
Tabla 44. Comparaciones de la eficiencia, eficacia y productividad.

| COMPARACIÓN DE PRE - TEST VS POST - TEST DE LA PRODUCTIVIDAD | | | |
|--|--------|---------------|-------------|
| PRE - TEST | | POST - TEST | POST - TEST |
| EFICIENCIA | 78.33% | EFICIENCIA | 85.00% |
| EFICACIA | 71.40% | EFICACIA | 97.00% |
| PRODUCTIVIDAD | 58.00% | PRODUCTIVIDAD | 82.00% |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 44, muestra la comparación entre los indicadores de la variable dependiente en el presente trabajo, como se puede apreciar hay una variación positiva.

Gráfico 17. Comparación del PRE – TEST VS EL POST – TEST de la eficiencia, eficacia y productividad.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 17, muestra de manera clara la variación que se ha obtenido después de la implementación de la mejora, como se puede apreciar hay un aumento de la eficiencia, eficacia y la productividad de manera considerable debido a que ahora se produce más zuncho generando menos desperdicios de material. Se ha mejorado la productividad de la empresa SIVEIN S.A.C. después de haber implementado la mejora en el proceso de fabricación, debido a la instalando del equipo de enfriamiento chiller, esto en la propuesta de mejora mecánica, gracias a implementación de la metodología DMAIC ayudará a mejorar la organización de la producción y a llevar con control en el proceso de fabricación de zuncho.

2.7.5. Análisis Económico Financiero

En este análisis, se realizará la evaluación económica del antes y después de la mejora, de esta manera obtener los costos y beneficios de la implementación de la metodología DAMIC, posteriormente calcular el ratio costo – beneficio, el VAN y el TIR.

Para implementar la mejora del proceso de fabricación del zuncho en la empresa SIVEIN S.A.C., y de esta manera mejorar la productividad se incurren en algunos gastos como:

2.7.5.1. Costeo del producto

Inicialmente conoceremos los costos para producir el zuncho como ejemplo se tomara cuanto se necesita para fabricar una tonelada de zuncho.

Costeo antes de la mejora

Tabla 45. Costos de materiales e insumos antes de la mejora.

| COSTOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE ZUNCHO | | | | |
|--|----------|-----|-------------|---------------|
| MATERIALES E INSUMOS | CANTIDAD | UND | COSTO X UND | TOTAL |
| POLIPROPILENO RECICLADO | 1110 | KG. | S/ 2.00 | S/ 2,220.0 |
| MASTERBACH | 34 | KG. | S/ 9.00 | S/ 306.00 |
| COSTO TOTAL PARA PRODUCIR 1 TON. DE ZUNCHO | | | | S/ 2,526.00 |
| COSTO X KG. DE ZUNCHO | | | | S/ 2.6 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 45, muestra la cantidad de materia prima e insumos que es necesario para producir una tonelada de zuncho la cantidad es 1110 kg, ya que los desperdicios que se generan en el proceso es aproximadamente de un 10% y la cantidad que se necesita de Masterbach que es el insumo para darle color al producto es un 3% de la cantidad total de materia prima que se utiliza. El costo total para producir una tonelada de zuncho es de S/ 2,526.00, este monto dividido entre los 1000 kg. De zuncho obtenemos que el costo unitario es de S/ 2.6.

Tabla 46. Costo por unidad de la mano de obra.

| COSTOS DE LA MANO DE OBRA | | | |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------|
| PUESTO DE TRABAJO | SOLES SEMANALES | CANTIDAD PRODUCIDA EN KG. | SOLES X KG. |
| Jefe de producción. | S/ 400.00 | 1750 | S/ 0.23 |
| Maquinista. | S/ 300.00 | 1750 | S/ 0.18 |
| Ayudante. | S/ 250.00 | 1750 | S/ 0.15 |
| COSTO UNITARIO MANO DE OBRA. | | | S/ 0.56 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 46, muestra el costo unitario de mano de obra que es de S/ 0.56 por Kg. de zuncho.

A continuación, se presentan los costos indirectos de fabricación:

Tabla 47. Costos indirectos de fabricación (C.I.F.)

| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN | |
|---------------------------------------|--------------------|
| COSTOS DE SERVICIOS MENSUALES. | MONTO |
| Luz. | S/ 600.00 |
| Agua. | S/ 320.00 |
| Teléfono e internet. | S/ 120.00 |
| TOTAL. | S/ 1,040.00 |
| KG. DE ZUNCHO PRODUCIDO AL MES | 7600 |
| C.I.F. Unitario | S/ 0.14 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 47, muestra el C.I.F para producir un kg. De zuncho que viene a ser de S/ 0.14.

Finalmente, se procede al cálculo del costo unitario del producto, antes de la mejora considerando los costos que muestran en las tablas anteriores.

Tabla 48. Costo por cada kg. De zuncho.

| COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO FINAL. | |
|------------------------------------|----------------|
| MATERIA PRIMA E INSUMOS. | S/ 2.6 |
| MANO DE OBRA | S/ 0.56 |
| C.I.F. | S/ 0.14 |
| TOTAL | S/ 3.30 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 48, muestra que el costo unitario antes de la mejora para producir un kg. De zuncho es de S/ 3.30.

Costos después de la mejora.

Tabla 49. Costos de materiales e insumos después de la mejora.

| COSTOS DE MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA PRODUCIR UNA TONELADA DE ZUNCHO | | | | |
|---|-----------------|------------|--------------------|--------------------|
| MATERIALES E INSUMOS | CANTIDAD | UND | COSTO X UND | TOTAL |
| Polipropileno reciclado | 1021 | KG. | S/ 2.00 | S/ 2,042.00 |
| Masterbach | 31 | KG. | S/ 9.00 | S/ 279.00 |
| COSTO TOTAL PARA PRODUCIR 1 TON. DE ZUNCHO | | | | S/ 2,321.00 |
| COSTO X KG. DE ZUNCHO | | | | S/ 2.4 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 49, muestra la cantidad de materia prima e insumos que es necesario para producir una tonelada de zuncho la cantidad es 1021 kg, ya que los desperdicios que se generan en el proceso es aproximadamente de un 2%, esta variación debido a que gracias al equipo de refrigeración ya no se generan mermas en los cambios de agua. La cantidad que se necesita de Masterbach es un 3% de la cantidad total de materia prima que se utiliza que vendría a ser 31 kg. Aproximadamente. El costo total para producir una tonelada de zuncho es de S/ 2,321.00, este monto dividido entre los 1000 kg. De zuncho obtenemos que el costo unitario es de S/ 2.4.

Tabla 50. Costo por unidad de la mano de obra.

| COSTOS DE LA MANO DE OBRA | | | |
|-------------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------------------|
| PUESTO DE TRABAJO | SOLES SEMANALES | CANTIDAD PRODUCIDA EN KG. | SOLES X KG. |
| Jefe de producción. | S/ 400.00 | 3100 | S/ 0.13 |
| Maquinista. | S/ 300.00 | 3100 | S/ 0.1 |
| Ayudante. | S/ 250.00 | 3100 | S/ 0.09 |
| COSTO UNITARIO MANO DE OBRA. | | | S/ 0.32 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 50, muestra el costo unitario de mano de obra que es de S/ 0.32 por Kg. de zuncho. Esta disminución del costo de la mano de obra por kg. De zuncho es debido a que ahora se produce mayor cantidad de producto diariamente un aproximado de 520 kg. Esto significaría unos 3100 kg por semana considerando que en la empresa se trabaja 6 días a la semana. A continuación, se presentan los costos indirectos de fabricación:

Tabla 51. Costos indirectos de fabricación (C.I.F.)

| COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN | |
|---|--------------------|
| COSTOS DE SERVICIOS MENSUALES. | MONTO |
| Luz. | S/ 800.00 |
| Agua. | S/ 250.00 |
| Teléfono e internet. | S/ 120.00 |
| TOTAL. | S/ 1,170.00 |
| KG. DE ZUNCHO PRODUCIDO AL MES | 13500 |
| C.I.F. Unitario | S/ 0.09 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 51, muestra el C.I.F para producir un kg. De zuncho que viene a ser de S/ 0.09.

Finalmente, se procede al cálculo del costo unitario del producto, después de la mejora considerando los costos que muestran en las tablas anteriores.

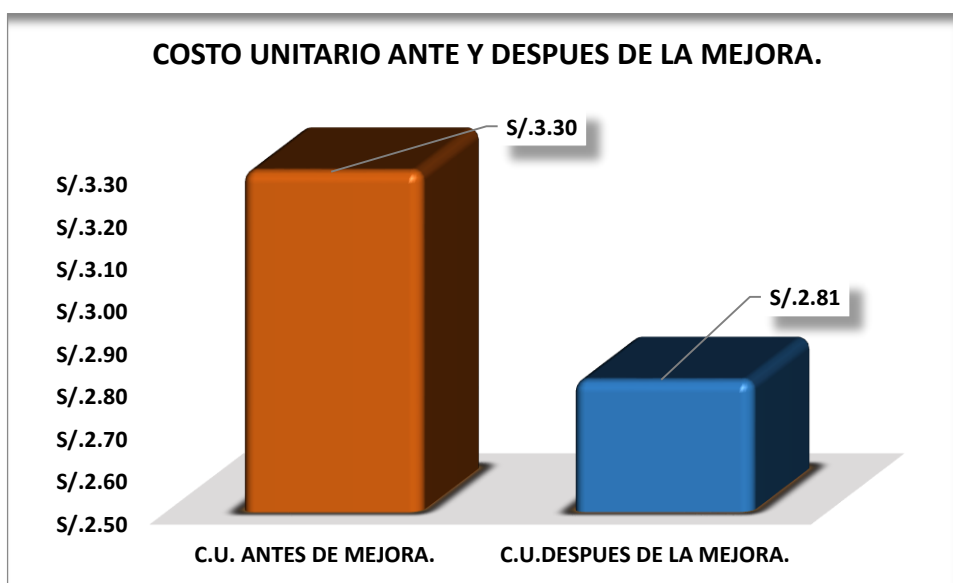
Tabla 52. Costo por cada kg. De zuncho después de la mejora.

| COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO FINAL. | |
|---|----------------|
| Materia prima e insumos. | S/ 2.4 |
| Mano de obra | S/ 0.32 |
| C.I.F. | S/ 0.09 |
| TOTAL | S/ 2.81 |

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 52, muestra que el costo unitario antes de la mejora para producir un kg. De zuncho es de S/ 2.81 a comparación del costo unitarios antes de la mejora que era de S/ 3.30 hay una mejora significativa para la empresa.

Gráfico 18. Comparación del costo unitario x kg de zuncho antes y después de la mejora.



Fuente: Elaboración propia.

Análisis del Costo Beneficio.

Para el análisis costo beneficios de la inversión realizada para la implementación de la metodología DMAIC utilizamos el promedio en kg de zuncho producido por día, terminando en la producción anual antes y después, a continuación se detalla el cálculo para el mismo:

Tabla 53. Calculo de la variación de la producción y su costo beneficio.

| DESCRIPCIÓN | KG/DÍA | KG/MES | KG/AÑO | SOLES AL AÑO |
|---------------------------------------|--------|-------------------------|----------------------------|---|
| PROMEDIO DIARIO DE PRODUCCIÓN ANTES | 375 | $375 \times 26 = 9750$ | $9750 \times 12 = 117000$ | $117000 \times S/ 3.80 = S/ 444,600.00$ |
| PROMEDIO DIARIO DE PRODUCCIÓN DESPUÉS | 569 | $569 \times 26 = 14794$ | $14794 \times 12 = 177528$ | $177528 \times S/ 3.80 = S/ 674,606.40$ |
| DIFERENCIA DE PRODUCCIÓN | 194 | $194 \times 26 = 5044$ | $5044 \times 12 = 60528$ | $60528 \times S/ 3.80 = S/ 230,006.40$ |

Fuente: la empresa – Elaboración Propia.

La tabla 53, muestra la producción anual en kg antes y después de la implementación de la mejora, se puede apreciar la diferencia de esta, con la diferencia de producción se puede analizar el margen de contribución, para esto se toma como guía la siguiente formula, según los datos obtenidos:

$$\text{Margen de Contribución} = \text{Ventas} - \text{Costos Variables}$$

Los costos de materia prima y mano de obra para producir un kg de zuncho es de S/ 2.81 entonces tenemos:

$$60528 \text{ kg/año} \times \text{S/ } 2.81 \text{ /kg} = \text{S/ } 170,083.68/\text{año}$$

De este resultado se tiene el margen de contribución de:

$$\text{S/ } 230,006.40/\text{Año} - \text{S/ } 170,083.68/\text{año} = 59,922.72$$

Con el margen de contribución es la forma más sencilla y útil para relacionar las ventas con los aportes que se mejoraron, en el presente trabajo al mejorar e incrementar la productividad, también aumenta la cantidad de producto producido; de esta manera la empresa tiene un beneficio económico.

Para el cálculo del ratio Costo-Beneficio y determinar la viabilidad del proyecto. Este se puede hallar al dividir los ingresos variables traídos a valor presente entre los costos variables traídos a valor presente más el costo del proyecto, para esto no apoyamos a los datos de la tabla 55 que muestra un flujo de caja proyectado de donde se obtienen los siguientes datos tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 54. Ingresos y Costos variables para el cálculo del Beneficio – Costo

| Periodo | Ingresos variables | Costos variables |
|------------|--------------------|------------------|
| enero | S/.37,240.00 | S/.33,340.21 |
| febrero | S/.41,952.00 | S/.31,335.76 |
| marzo | S/.41,952.00 | S/.31,335.76 |
| abril | S/.42,256.00 | S/.31,562.83 |
| mayo | S/.45,600.00 | S/.34,060.61 |
| junio | S/.49,400.00 | S/.36,898.99 |
| julio | S/.49,400.00 | S/.36,898.99 |
| agosto | S/.49,400.00 | S/.36,898.99 |
| septiembre | S/.51,300.00 | S/.38,318.18 |
| octubre | S/.51,300.00 | S/.38,318.18 |
| noviembre | S/.51,300.00 | S/.38,318.18 |
| diciembre | S/.51,300.00 | S/.38,318.18 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 54, muestra los ingresos y costos variables extraídos del flujo que proyectado lo cual nos servirá para realizar el cálculo del B/C tal como se muestra en seguida, debemos tener en cuenta lo siguiente: si el resultado es mayor a 1, entonces el proyecto es viable y si el resultado es menor a 1, entonces el proyecto debe ser rechazado

$$B/C = \frac{524,344.86}{397.166.27 + 24,632.00}$$

$$B/C = 1.24$$

$$1.24 > 1$$

Del análisis realizado se obtuvo un valor de 1.24, tal como se puede apreciar es mayor que 1, por tal motivo se considera un proyecto viable. Además, se puede interpretar de la siguiente manera, por cada sol invertido en el proyecto, la ganancia será de 0.24 soles.

Para realizar el cálculo del VAN y TIR y verificar la viabilidad del proyecto de la implementación de la metodología DMAIC se realizara un flujo de caja mensual desde el mes de eneros y proyectada desde el mes de mayo hasta diciembre del 2018. Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 55. Flujo de caja mensual proyectado.

| | 0 | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Ingresos. | | S/.37,240.00 | S/.41,952.00 | S/.41,952.00 | S/.42,256.00 | S/.45,600.00 | S/.49,400.00 | S/.49,400.00 | S/.49,400.00 | S/.51,300.00 | S/.51,300.00 | S/.51,300.00 | S/.51,300.00 |
| Ventas | | S/.37,240.00 | S/.41,952.00 | S/.41,952.00 | S/.42,256.00 | S/.45,600.00 | S/.49,400.00 | S/.49,400.00 | S/.49,400.00 | S/.51,300.00 | S/.51,300.00 | S/.51,300.00 | S/.51,300.00 |
| Cantidad en kg. | | 9800 | 11040 | 11040 | 11120 | 12000 | 13000 | 13000 | 13000 | 13500 | 13500 | 13500 | 13500 |
| Precio | | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 | S/.3.80 |
| Egresos. | | S/.35,648.54 | S/.33,627.70 | S/.33,611.15 | S/.33,821.48 | S/.36,302.36 | S/.39,123.65 | S/.39,106.39 | S/.39,088.95 | S/.40,491.12 | S/.40,472.72 | S/.40,454.73 | S/.40,436.55 |
| Gastos | | S/.33,340.21 | S/.31,335.76 | S/.31,335.76 | S/.31,562.83 | S/.34,060.61 | S/.36,898.99 | S/.36,898.99 | S/.36,898.99 | S/.38,318.18 | S/.38,318.18 | S/.38,318.18 | S/.38,318.18 |
| Cantidad de MP | | 10103 | 11152 | 11152 | 11232 | 12121 | 13131 | 13131 | 13131 | 13636 | 13636 | 13636 | 13636 |
| Precio | | S/.3.30 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 | S/.2.81 |
| Transporte. | | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 | S/.600.00 |
| Alquiler. | | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 | S/.1,500.00 |
| U. antes de impuestos. | | S/.1,591.46 | S/.8,324.30 | S/.8,340.85 | S/.8,434.52 | S/.9,297.64 | S/.10,276.35 | S/.10,293.61 | S/.10,311.05 | S/.10,808.88 | S/.10,827.28 | S/.10,845.27 | S/.10,863.45 |
| IGV | | 594.88 | 1619.43 | 1619.43 | 1631.16 | 1760.25 | 1906.93 | 1906.93 | 1906.93 | 1980.28 | 1980.28 | 1980.28 | 1980.28 |
| Renta | | S/.372.40 | S/.419.52 | S/.419.52 | S/.422.56 | S/.456.00 | S/.494.00 | S/.494.00 | S/.494.00 | S/.513.00 | S/.513.00 | S/.513.00 | S/.513.00 |
| Impuestos. | | S/.967.28 | S/.2,038.95 | S/.2,038.95 | S/.2,053.72 | S/.2,216.25 | S/.2,400.93 | S/.2,400.93 | S/.2,400.93 | S/.2,493.28 | S/.2,493.28 | S/.2,493.28 | S/.2,493.28 |
| U. D. Impuestos | | S/.624.18 | S/.6,285.36 | S/.6,301.91 | S/.6,380.80 | S/.7,081.40 | S/.7,875.42 | S/.7,892.68 | S/.7,910.12 | S/.8,315.60 | S/.8,334.00 | S/.8,351.99 | S/.8,370.17 |
| Inversiones | S/.24,632.00 | | | | | | | | | | | | |
| Chiller | S/.17,250.00 | | | | | | | | | | | | |
| Instalación de chiller | S/.4,600.00 | | | | | | | | | | | | |
| I. en la implementación | S/.2,782.00 | | | | | | | | | | | | |
| Depreciación | | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 | S/.143.75 |
| Prestamo/amortización | S/.20,000.00 | S/.1,573.32 | S/.1,589.71 | S/.1,606.27 | S/.1,623.00 | S/.1,639.91 | S/.1,656.99 | S/.1,674.25 | S/.1,691.69 | S/.1,709.32 | S/.1,727.12 | S/.1,745.11 | S/.1,763.29 |
| Interes | | S/.208.33 | S/.191.94 | S/.175.39 | S/.158.65 | S/.141.75 | S/.124.66 | S/.107.40 | S/.89.96 | S/.72.94 | S/.54.54 | S/.36.55 | S/.18.37 |
| Capital | S/.4,632.00 | | | | | | | | | | | | |
| U.neta. | -S/.9,264.00 | S/.767.93 | S/.6,429.11 | S/.6,445.66 | S/.6,524.55 | S/.7,225.15 | S/.8,019.17 | S/.8,036.43 | S/.8,053.87 | S/.8,459.35 | S/.8,477.75 | S/.8,495.74 | S/.8,513.92 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 55, muestra el flujo de caja mensual en donde los meses de enero a abril son datos que se han obtenido de las ventas reales y los meses de mayo hacia adelante es un flujo proyectado, debido a que hay una mejoría en las utilidades desde el mes de febrero.

Tabla 56. Datos de los flujos mensuales del 2018, inversión inicial y la tasa de interés.

| PERIODOS | Inversión inicial. | S/.24,632.00 |
|-----------------|--------------------|--------------|
| | N | 12 |
| | Tasa anual | 12.5% |
| | | |
| 1 | ene-18 | S/.767.93 |
| 2 | feb-18 | S/.6,429.11 |
| 3 | mar-18 | S/.6,445.66 |
| 4 | abr-18 | S/.6,524.55 |
| 5 | may-18 | S/.7,225.15 |
| 6 | jun-18 | S/.8,019.17 |
| 7 | jul-18 | S/.8,036.43 |
| 8 | ago-18 | S/.8,053.87 |
| 9 | sep-18 | S/.8,459.35 |
| 10 | oct-18 | S/.8,477.75 |
| 11 | nov-18 | S/.8,495.74 |
| 12 | dic-18 | S/.8,513.92 |

| | |
|------------|---------------------|
| VAN | S/.54,664.61 |
| TIR | 23% |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 56, muestra el VAN que es de S/ 54,664.61 siendo un valor positivo esto indica que es un proyecto viable que ha valido la pena la inversión realizada por la empresa. Mientras que el TIR es de 23% al ser mayor que la tasa de descuento de la inversión se dice que es un proyecto viable.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis Descriptivo

En el análisis descriptivo se realizara las comparaciones de los resultados obtenidos en la medición de los indicadores de las variables, estos datos son obtenidos en el proceso de fabricación de zuncho de la empresa SIVEIN SAC.

3.1.1. Variable Independiente: Metodología DMAIC

3.1.1.1. Índice de productos atendidos (Ip)

$$I_P = \frac{N^{\circ} \text{ de pedidos atendidos.}}{N^{\circ} \text{ de pedidos totale.}} \times 100$$

Tabla 57. Comparación de Índice de productos atendidos PRE - TEST y POST – TEST

| CLIENTES | PRE - TEST | | POST - TEST | |
|-------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | PEDIDOS | DESPACHOS | PEDIDOS | DESPACHOS |
| INDUSTRIAS PANDA SAC | 1900 | 1800 | 1900 | 1900 |
| INDUSTRIAS SUAREZ SAC | 1800 | 1700 | 1800 | 1800 |
| FERRETERÍA AURORA SRL | 1600 | 1500 | 1600 | 1600 |
| INVERSIONES ANÍBAL EIRL | 1800 | 1700 | 1800 | 1800 |
| INVERSIONES J & C SAC | 1600 | 1549 | 1600 | 1600 |
| INVERSIONES ROMERO SRL | 1600 | 1500 | 1600 | 1600 |
| MALVINAS | | | 1600 | 1600 |
| TOTAL | 10300 | 9749 | 11900 | 11900 |

Fuente: Elaboración propia.

➤ PRE – TEST

$$I_P = \frac{9749 \text{ Kg.}}{10300 \text{ Kg.}} \times 100$$

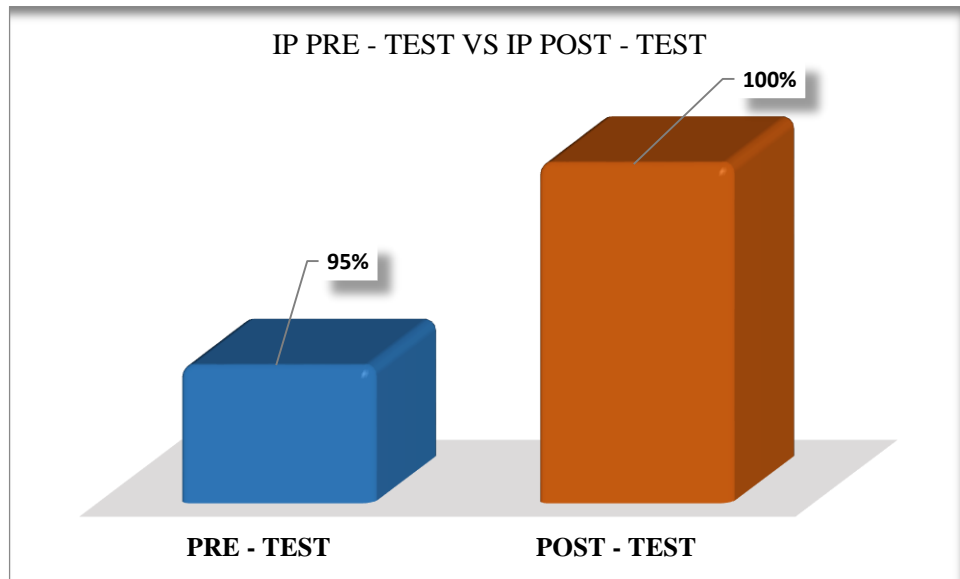
$$I_P = 0.95 = 95\%$$

➤ POST - TEST

$$I_P = \frac{11900 \text{ Kg.}}{11900 \text{ Kg.}} \times 100$$

$$I_P = 1 = 100\%$$

Gráfico 19. Análisis del Ip Indicador de la variable Independiente.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 19, se puede apreciar que el índice de productos atendidos aumentó de 95% al 100%, esto quiere decir que se están cumpliendo con los pedidos de los clientes que es uno de los objetivos de toda empresa, la satisfacción del cliente.

3.1.1.2. Índice de Productos conformes.

$$I_C = \frac{\text{Productos conformes}}{\text{Producción total}} \times 100$$

Tabla 58. Comparación de Índice de productos conformes PRE - TEST y POST – TEST

| ITEM | PRE - TEST | | | POST - TEST | | |
|--------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| | PRODUCCIÓN TOTAL EN KG. | PRODUCTO OK EN KG. | PRODUCTO DEFECTUOSO EN KG. | PRODUCCIÓN TOTAL EN KG. | PRODUCTO OK EN KG. | PRODUCTO DEFECTUOSO EN KG. |
| 1 | 419.30 | 367.30 | 52.00 | 574.75 | 564.95 | 9.80 |
| 2 | 432.97 | 381.97 | 51.00 | 580.44 | 570.24 | 10.20 |
| 3 | 410.18 | 359.18 | 51.00 | 569.06 | 559.86 | 9.20 |
| 4 | 442.08 | 389.08 | 53.00 | 580.44 | 570.64 | 9.80 |
| 5 | 437.53 | 385.53 | 52.00 | 574.75 | 564.75 | 10.00 |
| 6 | 442.08 | 388.08 | 54.00 | 569.06 | 558.56 | 10.50 |
| 7 | 423.85 | 370.85 | 53.00 | 569.06 | 559.66 | 9.40 |
| 8 | 414.74 | 357.54 | 57.20 | 586.13 | 577.23 | 8.90 |
| 9 | 428.41 | 374.41 | 54.00 | 580.44 | 570.24 | 10.20 |
| 10 | 428.41 | 373.11 | 55.30 | 569.06 | 558.56 | 10.50 |
| 11 | 437.53 | 385.53 | 52.00 | 580.44 | 569.74 | 10.70 |
| 12 | 410.18 | 354.18 | 56.00 | 574.75 | 565.25 | 9.50 |
| 13 | 410.18 | 353.18 | 57.00 | 569.06 | 559.56 | 9.50 |
| 14 | 432.97 | 374.67 | 58.30 | 569.06 | 559.26 | 9.80 |
| 15 | 446.64 | 392.04 | 54.60 | 597.51 | 587.21 | 10.30 |
| 16 | 419.30 | 363.30 | 56.00 | 591.82 | 581.82 | 10.00 |
| 17 | 410.18 | 358.88 | 51.30 | 569.06 | 559.26 | 9.80 |
| 18 | 451.20 | 401.60 | 49.60 | 597.51 | 588.61 | 8.90 |
| 19 | 432.97 | 379.97 | 53.00 | 597.51 | 587.51 | 10.00 |
| 20 | 437.53 | 385.53 | 52.00 | 580.44 | 570.94 | 9.50 |
| 21 | 410.18 | 358.18 | 52.00 | 569.06 | 559.41 | 9.65 |
| 22 | 451.20 | 390.19 | 61.01 | 591.82 | 582.52 | 9.30 |
| 23 | 410.18 | 357.08 | 53.10 | 580.44 | 570.44 | 10.00 |
| 24 | 414.74 | 362.44 | 52.30 | 569.06 | 560.06 | 9.00 |
| 25 | 451.20 | 402.20 | 49.00 | 586.13 | 576.13 | 10.00 |
| 26 | 432.97 | 382.97 | 50.00 | 586.13 | 576.63 | 9.50 |
| TOTAL | 11138.71 | 9749.00 | 1389.71 | 15062.95 | 14809.00 | 253.95 |

Fuente: Elaboración propia.

➤ **PRE – TEST**

$$I_C = \frac{9749Kg.}{11138.71 Kg.} \times 100$$

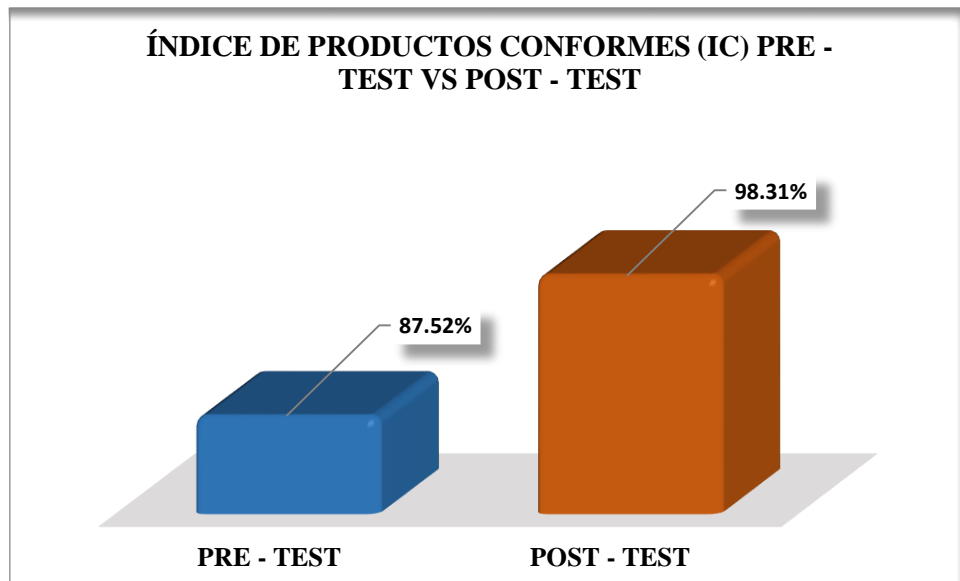
$$I_C = 0.87 = 87.52\%$$

➤ **POST - TEST**

$$I_C = \frac{14809 \text{ Kg.}}{15062.95 \text{ Kg.}} \times 100$$

$$I_C = 0.98 = 98.31\%$$

Gráfico 20. Análisis del Ic Indicador de la variable Independiente.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 20, se puede apreciar que el índice de productos atendidos aumentó de 87.52% a 98.31%, esto quiere decir que la calidad del producto cada vez es mejor, que se están reduciendo las pérdidas de material y por consiguiente reduciendo costos en reprocesos.

3.1.2. Variable Dependiente: Productividad.

3.1.2.1. Eficiencia.

$$Eficiencia = \frac{Unidades\ producidas \times el\ Tiempo\ utilizado}{Producción\ programada \times Tiempo\ programado} \times 100$$

Tabla 59. Comparación de la eficiencia durante los 26 días de prueba antes y después.

| ITEM | EFICIENCIA | |
|--------------|---------------|---------------|
| | PRE - TEST | POST - TEST |
| 1 | 76.67% | 84.17% |
| 2 | 79.17% | 85.00% |
| 3 | 75.00% | 83.33% |
| 4 | 80.83% | 85.00% |
| 5 | 80.00% | 84.17% |
| 6 | 80.83% | 83.33% |
| 7 | 77.50% | 83.33% |
| 8 | 75.83% | 85.83% |
| 9 | 78.33% | 85.00% |
| 10 | 78.33% | 83.33% |
| 11 | 80.00% | 85.00% |
| 12 | 75.00% | 84.17% |
| 13 | 75.00% | 83.33% |
| 14 | 79.17% | 83.33% |
| 15 | 81.67% | 87.50% |
| 16 | 76.67% | 86.67% |
| 17 | 75.00% | 83.33% |
| 18 | 82.50% | 87.50% |
| 19 | 79.17% | 87.50% |
| 20 | 80.00% | 85.00% |
| 21 | 75.00% | 83.33% |
| 22 | 82.50% | 86.67% |
| 23 | 75.00% | 85.00% |
| 24 | 75.83% | 83.33% |
| 25 | 82.50% | 85.83% |
| 26 | 79.17% | 85.83% |
| PROM. | 78.33% | 84.84% |

Fuente: elaboración propia.

La tabla 59 y los gráficos muestra la variación de la eficiencia que se ha obtenido después de la implementación de la mejora, como se puede apreciar paso de un 78 % aproximadamente a un 85 % esto quiere decir que se ha mejorado el proceso de fabricación de zuncho en la empresa SIVEIN SAC.

3.1.2.2. Eficacia

$$Eficacia = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Producción programada}} \times 100$$

Gráfico 21. Comportamiento de la eficiencia a lo largo de la prueba antes y después.

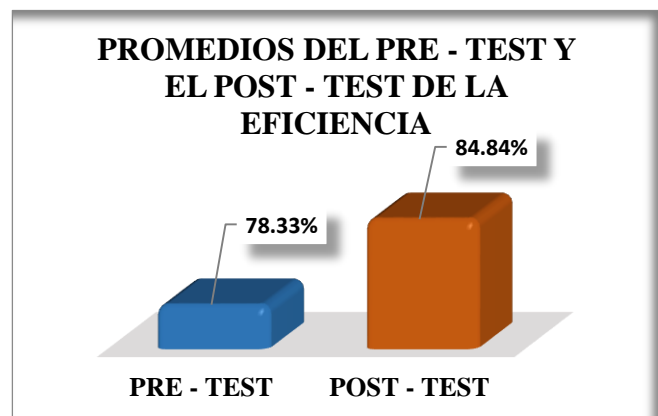
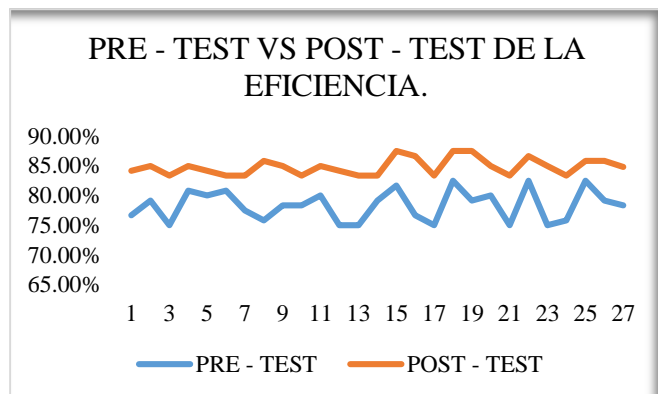
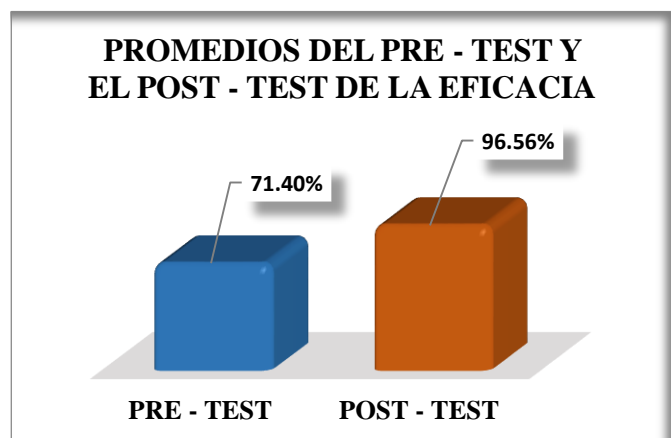
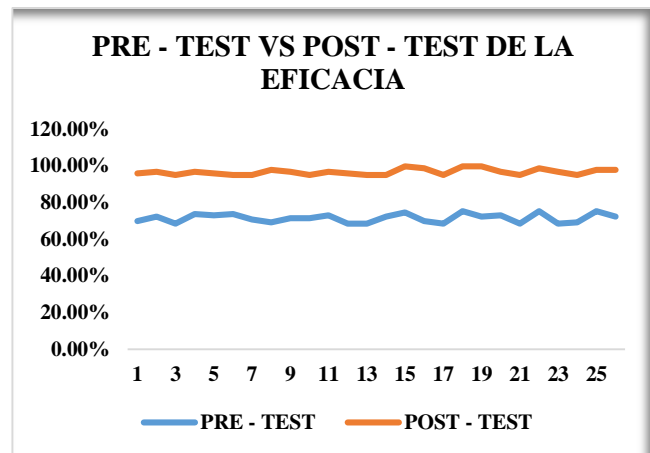


Tabla 60. Comparación de la eficacia durante los 26 días de prueba antes y después.

| ITEM | EFICACIA | |
|--------------|---------------|---------------|
| | PRE - TEST | POST - TEST |
| 1 | 69.88% | 95.79% |
| 2 | 72.16% | 96.74% |
| 3 | 68.36% | 94.84% |
| 4 | 73.68% | 96.74% |
| 5 | 72.92% | 95.79% |
| 6 | 73.68% | 94.84% |
| 7 | 70.64% | 94.84% |
| 8 | 69.12% | 97.69% |
| 9 | 71.40% | 96.74% |
| 10 | 71.40% | 94.84% |
| 11 | 72.92% | 96.74% |
| 12 | 68.36% | 95.79% |
| 13 | 68.36% | 94.84% |
| 14 | 72.16% | 94.84% |
| 15 | 74.44% | 99.59% |
| 16 | 69.88% | 98.64% |
| 17 | 68.36% | 94.84% |
| 18 | 75.20% | 99.59% |
| 19 | 72.16% | 99.59% |
| 20 | 72.92% | 96.74% |
| 21 | 68.36% | 94.84% |
| 22 | 75.20% | 98.64% |
| 23 | 68.36% | 96.74% |
| 24 | 69.12% | 94.84% |
| 25 | 75.20% | 97.69% |
| 26 | 72.16% | 97.69% |
| PROM. | 71.40% | 96.56% |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 22. Comportamiento de la eficacia a lo largo de la prueba antes y después.



La tabla 60 y los gráficos muestra la variación de la eficacia que se ha obtenido después de la implementación de la mejora, como se puede apreciar paso de un 71 % aproximadamente a un 97 % esto quiere decir que se ha mejorado el proceso de fabricación de zuncho en la empresa SIVEIN SAC.

3.1.2.3. Productividad

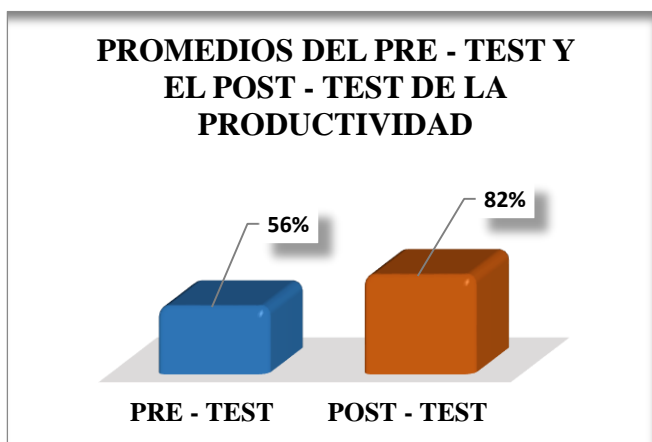
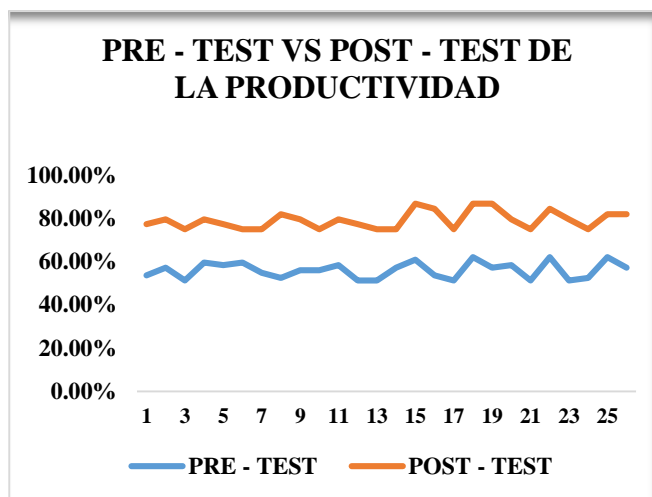
$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Tabla 61. Comparación de la Productividad 26 días de prueba antes y después.

| ITEM | PRODUCTIVIDAD | |
|--------------|---------------|---------------|
| | PRE - TEST | POST - TEST |
| 1 | 53.58% | 77.23% |
| 2 | 57.13% | 79.55% |
| 3 | 51.27% | 74.96% |
| 4 | 59.56% | 79.55% |
| 5 | 58.34% | 77.23% |
| 6 | 59.56% | 74.96% |
| 7 | 54.75% | 74.96% |
| 8 | 52.42% | 81.91% |
| 9 | 55.93% | 79.55% |
| 10 | 55.93% | 74.96% |
| 11 | 58.34% | 79.55% |
| 12 | 51.27% | 77.23% |
| 13 | 51.27% | 74.96% |
| 14 | 57.13% | 74.96% |
| 15 | 60.79% | 86.78% |
| 16 | 53.58% | 84.32% |
| 17 | 51.27% | 74.96% |
| 18 | 62.04% | 86.78% |
| 19 | 57.13% | 86.78% |
| 20 | 58.34% | 79.55% |
| 21 | 51.27% | 74.96% |
| 22 | 62.04% | 84.32% |
| 23 | 51.27% | 79.55% |
| 24 | 52.42% | 74.96% |
| 25 | 62.04% | 81.91% |
| 26 | 57.13% | 81.91% |
| PROM. | 55.93% | 81.92% |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 23. Comportamiento de la Productividad a lo largo de la prueba antes y después.



La tabla 61 y los gráficos muestra la variación de la productividad que se ha obtenido después de la implementación de la mejora, como se puede apreciar paso de un 56 % aproximadamente a un 82 % esto quiere decir que se ha mejorado el proceso de fabricación de zuncho en la empresa SIVEIN SAC, trayendo beneficios generando oportunidad de crecer a la empresa.

3.2. Análisis Inferencial

Para realización del análisis inferencial a la presente investigación, primeramente es necesario hacer el contraste de las hipótesis mediante estadígrafos de comparación de medias, de esta manera demostrar la mejora de los procesos. Para ello, es necesario efectuar un análisis de normalidad a la muestra, teniendo en cuenta lo siguiente:

Tabla 62. Tipos de muestras y alternativa de análisis

| TIPOS DE MUESTRAS | DESCRIPCIÓN | ALTERNATIVAS DE PRUEBAS |
|-------------------|--|-------------------------|
| MUESTRAS GRANDES | la cantidad de datos es mayor a 30 | KOLMOGOROV SMIRNOV |
| MUESTRAS PEQUEÑAS | la cantidad de datos es menor o igual a 30 | SHAPIRO WILK |

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Análisis de la hipótesis general

H_a: La implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Con el fin de contrastar la hipótesis general, primeramente es necesario determinar si los datos correspondientes a la productividad Antes y Después tienen un comportamiento paramétrico. Como la cantidad de datos son menores o iguales a 30, se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

- Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.
- Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 63. Prueba de normalidad

| Pruebas de normalidad | | | |
|-----------------------|--------------|----|------|
| | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Productividad Antes | .902 | 26 | .018 |
| Productividad Después | .863 | 26 | .003 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

La tabla 54, muestra que la significancia de la productividad Antes (pres – test) tiene un valor mayor a 0.05 y la productividad Después (post – test) tiene un valor menor a 0.05, por lo mismo y de acuerdo a la regla de decisión, se ve en evidencia que tienen comportamientos paramétrico y no paramétrico, respectivamente.

Tabla 64. Selección del estadígrafo

| ANTES | DESPUES | ESTADÍGRAFO |
|--------------------|-----------------------|-----------------|
| Paramétrico | Paramétrico | T Student |
| Paramétrico | No paramétrico | Wilcoxon |
| No paramétrico | No paramétrico | Wilcoxon |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 55, el estadígrafo con el que se procederá al análisis de los datos es el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general

- H_0 : La implementación de la metodología DMAIC no mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.
- H_a : La implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Regla para tomar la decisión.

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 65. Resultado del análisis de Wilcoxon productividad

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|---------------------------|----|---------|---------------------|--------|--------|
| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| Productividad Antes | 26 | 55,9369 | 4,17539 | 35,00 | 47,00 |
| Productividad Después | 26 | 82,2692 | 4,14302 | 75,00 | 87,00 |

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 65, queda demostrado que la media de la productividad antes es de (55,9369) y esta es menor que la media de la productividad después (82,2692), de tal manera se cumple que $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, de modo que se rechaza la hipótesis nula la cual es que la

implementación de la metodología DMAIC no mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. es por esta razón que se acepta la hipótesis de investigación o alterna, ya que queda demostrado que la implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 66. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon productividad

| Estadísticos de prueba ^a | |
|-------------------------------------|--|
| | Productividad Después - Productividad Antes |
| Z | -4,469 ^b |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,000 |

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 57, se puede observar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la productividad Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa La implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

3.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica

H_a: La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Con la finalidad de contrastar la primera hipótesis específica, primero de determinar si los datos de la eficiencia de antes (pre – test) y después (post – test) tienen un comportamiento

paramétrico o no paramétrico, como ambas bases de datos son menores o iguales a 30, a continuación se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

- Si $\rho_{\text{valor}} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.
- Si $\rho_{\text{valor}} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 67. Prueba de normalidad de la eficiencia

| Pruebas de normalidad | | | |
|-----------------------|--------------|----|------|
| | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Eficiencia Antes | .905 | 26 | .021 |
| Eficiencia Después | .867 | 26 | .003 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

La tabla 58, muestra que la significancia de la eficiencia Antes (pres – test) tiene un valor mayor a 0.05 y la eficiencia Después (post – test) tiene un valor menor a 0.05, por lo mismo y de acuerdo a la regla de decisión, se ve en evidencia que tienen comportamientos paramétrico y no paramétrico, respectivamente.

De acuerdo a la tabla 55 el estadígrafo con el que se procederá al análisis de los datos es el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la primera hipótesis específica

- H_0 : La implementación de la metodología DMAIC no mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.
- H_a : La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Regla para tomar la decisión.

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 68. Resultado del análisis de Wilcoxon eficiencia

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|---------------------------|----|---------|------------------------|--------|--------|
| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| Eficiencia Antes | 26 | 78,3331 | 3,85666 | 51,00 | 62,00 |
| Eficiencia Después | 26 | 85,8846 | 2,74703 | 79,00 | 87,00 |

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 68, queda demostrado que la media de la eficiencia antes es de (78,3331) y esta es menor que la media de la eficiencia después (85,8846), de tal manera se cumple que $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, de modo que se rechaza la hipótesis nula la cual es que la implementación de la metodología DMAIC no mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. es por esta razón que se acepta la hipótesis de investigación o alterna, ya que queda demostrado que la implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el ρ_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $\rho_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $\rho_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 69. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon eficiencia

| Estadísticos de prueba ^a | |
|-------------------------------------|--|
| | Eficiencia Después - Eficiencia Antes |
| Z | -4,463 ^b |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,000 |

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 69, se puede observar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficiencia Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

3.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica

H_a : La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Con la finalidad de contrastar la segunda hipótesis específica, primero se determinará si los datos de la eficacia de antes (pre – test) y después (post – test) tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, como ambas bases de datos son menores o iguales a 30, se procederá con el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

- Si $p_{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento no paramétrico.
- Si $p_{valor} > 0.05$, los datos de la serie tiene un comportamiento paramétrico.

Tabla 70. Prueba de normalidad de la eficacia

| Pruebas de normalidad | | | |
|-----------------------|--------------|----|------|
| | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Eficacia Antes | .907 | 26 | .022 |
| Eficacia Después | .865 | 26 | .003 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

La tabla 70, muestra que la significancia de la eficacia Antes (pres – test) tiene un valor de 0.022 y es mayor a 0.05 y la eficacia Después (post – test) tiene un valor de 0.003 y este es menor a 0.05, por lo consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se ve en evidencia que tienen comportamientos paramétrico y no paramétrico, respectivamente.

De acuerdo a la tabla 55, el estadígrafo con el que se procederá al análisis de los datos es el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

- H_0 : La implementación de la metodología DMAIC no mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.
- H_a : La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Regla para tomar la decisión.

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 71. Resultado del análisis de Wilcoxon eficacia

| Estadísticos descriptivos | | | | | |
|---------------------------|----|---------|---------------------|--------|--------|
| | N | Media | Desviación estándar | Mínimo | Máximo |
| Eficacia Antes | 26 | 71,2692 | 2,47480 | 68,00 | 75,00 |
| Eficacia Después | 26 | 96,8077 | 1,74400 | 95,00 | 100,00 |

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 71, queda demostrado que la media de la eficacia antes es de (71,2692) y esta es menor que la media de la eficacia después (96,8077), de modo que se cumple que $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, de modo que se rechaza la hipótesis nula la cual es que la implementación de la metodología DMAIC no mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. es por esta razón que se acepta la hipótesis de investigación o alterna, ya que queda demostrado que la implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

Con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas productividades.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 72. Análisis de la significancia de los resultados de Wilcoxon eficacia

| Estadísticos de prueba ^a | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| | Eficacia Después - Eficacia Antes |
| Z | -4,469 ^b |
| Sig. asintótica (bilateral) | ,000 |

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 72, se puede observar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia Antes y Después es de 0.000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C.

IV. DISCUSIONES

Durante el desarrollo de la presente tesis se ha demostrado que la implementación de la Metodología DMAIC mejora la productividad en la línea de producción de zuncho de la empresa SIVEIN S.A.C., lo cual ha permitido observar cambios significativos en la organización, tanto en la eficiencia como la eficacia del proceso de fabricación que involucrado en la línea de producción permitiendo establecer las bases para lograr una mejora continua en la empresa.

Como se puede apreciar en la tabla 61 y el gráfico 23, se demuestra que la productividad de la línea de producción de productos de embalaje zuncho en la Empresa SIVEIN S.A.C., se ha logrado una mejora pasando de 56% a 82%, esto como consecuencia de la implementación de la metodología DMAIC. Este resultado es similar al encontrado por PÉREZ y García (2014), que en su investigación, que forma parte de trabajos previos de la presente tesis, determinaron que gracias a la implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma, se incrementó la productividad pasando de 47% a 80% en el proceso de envasado en la empresa Fanal (p. 104). Esto también concuerda, con lo que menciona GUTIERRES (2015), que afirma que el proceso de atención en el ministerio de economía tuvo una mejora significativa, gracias a la implementación de la metodología Six Sigma DMAIC.

Siguiendo, y tal como se puede evidenciar en la tabla 59 y gráfico 21, la eficiencia de la línea de producción de productos de embalaje zuncho en la Empresa SIVEIN S.A.C. también ha tenido una mejora pasando de 78 a un 85%, esto como consecuencia de la aplicación de la metodología DMAIC. Este resultado es similar al encontrado por ORDOÑEZ y Torres, (2014), que en su investigación, que es parte de trabajos previos de la presente tesis, determinó que gracias a la implementación de la metodología Six Sigma - DMAIC, se logró incrementar la eficiencia en una empresa textil. De igual forma LOPEZ (2017), quien dice que la metodología DMAIC en sus diferentes etapas o fases es una ayuda importante para mejorar los procesos y la calidad de los productos, y ayudan a alcanzar el aumento de la eficiencia en las empresas.

Finalmente, y como se puede apreciar en la tabla 60 y gráfico 22, se demuestra, también, que la eficacia de la línea de producción de productos de embalaje zuncho en la empresa SIVEIN S.A.C., ha mejorado pasando de 71 a un 97%, esto debido a la implementación de la metodología DMAIC. Esto concuerda con lo descrito por REINOSO, (2016), que en su investigación, determinó que gracias a la implementación de la metodología Six Sigma – DMAIC se pudo incrementar la eficacia en una planta de producción de neumáticos reduciendo las fallas en los neumáticos como las ampollas. Esto concuerda, con lo mencionado por GUERRERO y León (2017), que menciona que cada fase de la metodología ayuda desde la identificación de los problemas existentes en la empresa Proautos, hasta la propuesta de soluciones, esto derivando en la mejora de la eficacia de toda organización. (p. 71).

V. CONCLUSIONES

La metodología DMAIC con sus cinco etapas o fases que son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar se determina que es una herramienta muy útil para determinar problemas existentes y presentar soluciones y alternativas para mejorar determinados procesos, gracias a esta herramienta en la empresa SIVEIN S.A.C., se determinó que para la solución de sus problemas y que generan baja productividad y mala calidad de su producto era necesario la instalación de un sistema de enfriamiento que ayude a mantener el agua a una temperatura constante para lograr la calidad adecuada del producto (zuncho), la realización y creación de formatos que ayuden a controlar el proceso de fabricación por otro lado formatos para la recepción de materia prima que garanticen que el material que entra a la planta sea el adecuado para la producción.

Para lograr el incremento de la productividad en la empresa era fundamental mejorar los proceso de fabricación del zuncho, reducción de los tiempos, reducción de pérdida de materia prima, para esto se implementó la metodología DMAIC mediante la cual se logró mejorar el proceso y se obtuvo resultados favorables para la empresa, pasando de 55 kg/día de pérdida de materia prima a 10 kg/día, la productividad de la empresa pasó de 56% a 82% la empresa SIVEIN S.A.C., de esta manera tiene mayor producción y un producto de mejor calidad por lo tanto logra la satisfacción de sus clientes que uno de sus objetivos principales.

En cuanto a la eficiencia en la empresa se logró pasar de 78% a 85% considerando que se redujo los costos unitarios de producción pasando de S/ 3.30 a S/ 2.81 sin duda alguna es un beneficio para la empresa, al mejorar el proceso de producción, esta se hace continua y no hay pérdidas de tiempos en paradas innecesarias.

Con respecto a la eficacia se obtuvo un cambio pasando de 71.40% a 96.56% con lo cual se puede apreciar que hay una mejora significativa, esto comprueba que se están logrando los objetivos de producción que se está proponiendo la empresa o que por lo menos cada vez es más cercano el cumplimiento de estos.

VI. RECOMENDACIONES

Es importante para la empresa que a su personal de producción le realice capacitación sobre el manejo adecuado de los equipos, y de esta manera evitar pérdidas en los tiempos de producción, en el almacenado del producto y en el embalado de este, debido a que es importante que el producto llegue al cliente en óptimas condiciones.

Es necesario que la empresa tome conciencia de lo importante que es llevar una producción correctamente programada, llevar el control de lo que se realiza durante el proceso de fabricación, de esta manera lograr en cumplimiento de los pedidos de los clientes, tener el stock adecuado sin acumularse de demasiado producto, ya que el espacio es fundamental para toda empresa.

En un futuro sería necesario la implantación de la una de las herramientas de lean manufacturing como es las 5S, ya que es importante trabajar en orden toda la planta, complemente limpia, la clasificación de materia prima, residuos que se generan durante el proceso de fabricación, seleccionar estos residuos, concientizar a todo el personal de la empresa empezando por el gerente y dueño de la empresa que es de vital importancia el cuidado del medio ambiente.

Por último es importante la programación de mantenimientos preventivos en la maquinaria, debido a que la empresa en la actualidad no realiza mantenimientos preventivos solo está realizando mantenimientos correctivos, en la mayor cantidad de veces que paso esto se pierde la producción durante varios días, si bien es cierto en algunas oportunidades cuenta con stock disponible también ha pasado que no puede atender a sus clientes debido a que en ese momento no tiene producto y su línea de producción esta parada.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADITEC Ingenieros. (2011). Modelado, simulación y optimización. Recuperado de <http://www.aditecingenieros.com/arena1.html>

AITECO Consultores (2012). Recuperado de <https://www.aiteco.com> > Blog > Gestión de la Calidad

AGUIRRE, Ana. Aplicación de metodología Seis Sigma para mejorar la capacidad de proceso de la variable nivelación vertical en la aplicación de pintura (fondos) de una ensambladora de vehículos. Título. (Magister en Ingeniería Industrial) Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2013. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3561>.

ÁLVAREZ, Antonio. La medición de la eficacia y la productividad. Madrid 2001, 363pp
ISBN 84-368-1586-6

ÁLVAREZ, J.M et al. (2006). Introducción a la Calidad: Aproximación a los sistemas de gestión y herramientas de calidad. España: Ideas propias.

BARAHORA, Leandro, NAVARRO, Jessica. Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología lean six sigma. Título. (Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Católica del Perú. 2013 Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4925>

BERNARDO, Katherine, Paredes, Jennifer. “aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar el proceso de registro de matrícula, en la universidad autónoma del Perú” Tesis para obtener el título de Ingeniero de Sistemas. Universidad Autónoma del Perú. Lima Perú 2016. Disponible en: <http://docplayer.es/49277053-Tesis-aplicacion-de-la-metodologia-six-sigma-para-mejorar-el-proceso-de-registro-de-matricula-en-la-universidad-autonoma-del-peru.html>.

BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación. [s.l.]: Editorial Shalom, 2008. pp. 52-53.
ISBN: 9789592127837

BERNAL, César. Metodología de la Investigación. 3.^a ed. Colombia: Pearson Educación, 2010, pp. 146-259.

ISBN: 9789586991285

CAICEDO, Néstor, Implementación del programa Seis Sigma para desarrollo sostenible en consumo de químicos en procesos litográficos. Artículo: Producción-Limpia - Julio - Diciembre de 2013. Vol.8, No.2 - 21•31. Colombia: Universidad Autónoma del Caribe. 2013. Disponible en: [http:// repository.lasallista.edu.co](http://repository.lasallista.edu.co) › Inicio › Vol. 8, Núm. 2 (2013) › Caicedo Solano.

CRUELLES, José. 2013. Ingeniería Industrial, Método de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua. España: Marcombo. 848p.

ISBN 978-607-707-651-3

DIEZ, Francisco. Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la universidad de Sevilla (en línea). España: Dykinson, 2007 (fecha de consulta: 25 de octubre del 2017). Disponible en: <https://goo.gl/sfHPOA>

DOWN, Irozowski, Benedict, Shubert, Brender, Gruska, Vallance Krasích y Haughey The certified six sigma green belt handbook, USA 2008 480pp

ISBN 978-0-87389-698-6

DEMING, E. (1989). Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis.

DERMIKAN, H., Spoher, J. & Krishna, V. (2011). Service System Implementation. New York: Springer Publishing.

DERMIKAN, H., Spoher, J.C., Krishna, V. (2011). Service System Implementation, 1ra edición, Springer, disponible en: [https:// www. researchgate. net/.../ 264044288_ APLICANDO_LA_METODOLOGIA_DMAIC](https://www.researchgate.net/.../264044288_APLICANDO_LA_METODOLOGIA_DMAIC)

DELGADO, Emerson. Propuesta de un plan para la reducción de la merma Utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos. Título (Magister en Ingeniería Industrial) Perú: Universidad Católica del Perú. 2015. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6810>.

DE LA CRUZ, Miriam, ESTRADA, Francisco, DIAZ, Miguel, ESTRADA, José, RIOS, Rodrigo. Metodología para el mejoramiento continuo de procesos de manufactura, basado en lean sigma y aplicada al proceso de elaboración de arneses automotrices. Título. (Ingeniero Industrial) México: Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez. 2015.

DIEGO, Victoria, Mercado, Valeria. “Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt purepak de 210g en la maquina NIMCO en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma” Trabajo de Grado para obtener el título de Ingeniero Industrial. Universidad de la Costa CUC. Barranquilla. Colombia 2013. Disponible en: <http://repositorio.cuc.edu.co/xmlui/handle/11323/160>.

EVANS, James R. y Linday, William L. (2008). Administración y Control de la Calidad (pp.21, 362). México: Cengage Learning.

FEBRERO, Eladio. Valor trabajo, un indicador de productividad y competitividad: una aplicación empírica caso español, 1970-1992 (en línea).Cuenca: Universidad de castilla, 2000 (Fecha de consulta: 28 de mayo del 2016). Disponible en <https://goo.gl/NatU1K>

FERNÁNDEZ, Manuel y Sánchez, José. Eficacia Organizacional Concepto, desarrollo y evaluación. Madrid: Díaz de Santos S.A, 1997, p. 64-66.

ISBN: 8479783125

GARCIA, Alonso. Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria. México: editorial trillas, 2011. 304pp.

ISBN: 978-607-17-0733-8

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad. 4ª Ed., México: Mc Graw Hill. 2014, 377pp.

ISBN 978-607-15-1148-5

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. 3ª ed. México: McGraw-Hill, 2010. 363 pp.

ISBN: 9786071503152

GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma. 3ª ed. México. McGraw-Hill, 2013. 488 pp.

ISBN: 9786071509291

GUTIÉRREZ, José. Aplicación de Seis Sigma para el proceso de mesa de ayuda en el ministerio de economía y finanzas. Título (Ingeniero Industrial) Perú: Universidad

Autónoma del Perú. 2015. Disponible en:
<http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/121>.

GUERRERO, Pablo, León, Gabriel. “Ciclo de mejora DMAIC aplicado en el Taller de Servicio Posventa de Pro-auto C.A.” Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Universidad San Francisco de Quito USFQ. Quito Ecuador 2017. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6402/1/131036.pdf>.

JANANIA Abraham, CAMILO. Manual de tiempos y métodos. México: Limusa, 2008. P. 99. ISBN-13: 978-968-18-7079-9

JESUS, Salazar. Análisis del sector plástico en el Perú, disponible en línea www.camara-alemana.org.pe/downloads/sni-presentacion.

JUÁREZ, Francisco, VILLATORO, Jorge y LÓPEZ, Elsa. Apuntes de Estadística Inferencial. México: Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente, 2002, pp. 4-8.

ISBN: 9687652411

JURAN, J. M. (1990). Juran y el liderazgo para la Calidad. Madrid: Díaz de Santos. Madrid: Díaz de Santos.

LÓPEZ, Juan. “Incremento de productividad en Copamex corrugados México S.A. de C.V., utilizando en la manufactura esbelta”. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería Industrial. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México 2017. Disponible en: <http://docplayer.es/72503455-Incremento-de-productividad-en-copamex-corrugados-mexico-s-a-de-c-v-utilizando-en-la-manufactura-esbelta-t-e-s-i-s-que-para-obtener-el-grado-de.html>.

MORA, Luis. Diccionario de logística y supply chain. Colombia: High logistis, 2008, 150 pp.

ISBN: 978-958-44-2952-0

MORA, Cesar. Propuesta de mejora de procesos de control de calidad en la fabricación de tubos de acero estructurales en una empresa metalmecánica. Título. (Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2013 Disponible en: <http://repositorio academico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/mora.cc-pub-tesis>.

MOYASEVICH, Iván. Historia de la ingeniería industrial el origen y la visión. Revista virtual pro: procesos industriales (en línea). agosto 2008, n° 79 (fecha de consulta: 08 de junio de 2016). Disponible en: <http://goo.gl/frT9Sw>

ORDOÑEZ, William, TORRES, Jorge. Análisis y mejora de procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC. Título. (Ingeniero Industrial) Perú: Universidad Católica del Perú. 2014 Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5287>.

OCAMPO, J. & Pavón, A. (2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de Eventos Discretos en Flexsim. Recuperado de: <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. Metodología de la Investigación Cuántica. 2.ª ed. Venezuela: FEDUPEL, 2006. pp. 116.

ISBN: 9802734454

PAREJO, Luciano. Eficacia y administración (en línea). España: Instituto nacional de administración público, 1995 (fecha de consulta: 30 de mayo del 2016). Disponible en: <https://goo.gl/DBwNvB>

PEREZ, Esteban, GARCIA, Minor, Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. Artículo: Tecnología en Marcha, Vol.27, N°3, Julio-Setiembre 2014 Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 2014. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4896365>.

PITA, Salvador y PÉRTEGA, Sonia. Investigación cuantitativa y cualitativa [en línea]. España: A Coruña, 27 de Mayo de 2002, n° 9. [Fecha de consulta: 19 de mayo de 2016]. Disponible en: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali.asp

PROKOPENKO, Joseph. La Gestión de la Productividad Manual Práctico. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1989, pp. 6-7-333

ISBN: 9223059011

REINOZO, George. “Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma”. Tesis para optar el Grado de Magister en Ingeniería Industrial con Mención en Gestión de Operaciones.

Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú 2016. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7517>.

ROA, Iván. “Aplicación de la metodología DMAIC al proceso de requerimiento de materiales. Caso aplicado empresa goodyear chile”. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad Técnica Federico Santa María Departamento de Industrias Santiago – Chile 2016. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/21682/browse?type=carrera&value=INGENIERO+CIVIL+INDUSTRIAL>.

THOMAS McCarty, Michael Bremer, Lorraine Daniels, y Praveen Gupta (2004). Six Sigma Black Belt Handbook. EEUU: McGraw-Hill.

TAMAYO Mario, el proceso de la Investigación Científica (2004) Disponible en: <https://clea.edu.mx/.../Tamayo%20Mario%20-%20El%20Proceso%20De%20La%20In>

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Lima: San Marcos, 2015, 495 pp. ISBN 978-612-302-878-7

VAUGHN, Richard. Introducción a la ingeniería industrial (en línea). España: reverté, 1988 (fecha de consulta: 07 de junio de 2016). Disponible en: <https://goo.gl/XJKgbr>.

VARAS, Cristian. Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate. Título (Ingeniero en Alimentos) Chile: Universidad de Chile. 2013. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111645>.

YANG, Kai 2003 Design for six sigma. New York: Mc- Graw Hill. Recuperado de [alvarestech.com/.../Design%20For%20Six%20Sigma%20-%20A%20Roadmap%20For%](http://alvarestech.com/.../Design%20For%20Six%20Sigma%20-%20A%20Roadmap%20For%20)

WEIERS Ronald, Introducción a estadística para negocios (2006), Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?isbn=9702606454>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.

| MATRÍZ DE CONSISTENCIA | | |
|--|--|--|
| Problema General | Hipótesis General | Objetivo General |
| ¿De qué manera la aplicación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN S.A.C.? | La implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. | Determinar como la implementación de la metodología DMAIC mejora la productividad en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. |
| Problemas Específicos | Hipótesis Específicas | Objetivos Específicos |
| ¿Cómo la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN S.A.C.? | La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. | Establecer como implementación de la metodología DMAIC mejora la eficiencia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. |
| ¿Cómo la aplicación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN S.A.C.? | La implementación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. | Establecer como la implementación de la metodología DMAIC mejora la eficacia en la fabricación de productos de embalaje (zuncho) en la empresa SIVEIN .S.A.C. |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de variables

| MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | | | |
|---|--|--|---|---|----------------------------------|
| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA |
| VARIABLE INDEPENDIENTE | DMAIC es una de las herramientas de Six Sigma que ayuda con la definición (D) de problemas, medición (M) de los datos, análisis (A) de resultados de la medición, la implementación de la mejora (I) y al control (C) de lo implementado. (Pyzdek 2003 p. 238). | Toma como base de estudio a dos de las fases de la metodología DMAIC como indicadores, que comprende índice de pedidos atendidos que corresponde a la fase de análisis y índice de productos conformes que corresponde la fase de control. | INDICE DE PEDIDOS ATENDIDOS (mensuales) | $Ip = \frac{N^{\circ} \text{ Pedidos atendidos}}{N^{\circ} \text{ Pedidos totales}} \times 100$ <p>Donde: Ip: Indice de productos atendidos.</p> | R A Z Ó N |
| METODOLOGÍA DMAIC | | | INDICE DE PRODUCTOS CONFORMES (mensuales) | $Ic = \frac{\text{Productos conformes}}{\text{Producción total}} \times 100$ <p>Donde: Ic: Indice de productos conformes.</p> | |
| VARIABLE DEPENDIENTE | La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para su obtención. En ese sentido, la productividad se define como el uso eficiente de recursos: trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información, etc. (Prokopenko, 1989, p.3) | Referidos a los índices resultantes: de la eficiencia (tiempo útil en horas sobre el Tiempo total en horas) y a la eficacia (que representa el índice de las unidades producidas entre la producción programada). | EFICIENCIA | $E = \frac{Tu}{Tt} \times 100$ <p>Donde: E: Eficiencia del tiempo programado. Tu: Tiempo útil en horas. Tt: Tiempo total en horas.</p> | R A Z Ó N |
| PRODUCTIVIDAD | | | EFICACIA | $E = \frac{Up}{Pp} \times 100$ <p>Donde: E: Eficacia de las unidades programadas. Up: Unidades producidas en Kg. Pg: Producción programada en Kg.</p> | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Ficha de toma de tiempos de la producción antes de la mejora

| ITEM | DIA | TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE UN ROLLO DE 8 KG. (EN MINUTOS). | | | | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO EN (MINUTOS) | TIEMPO PROMEDIO EN (HORAS) | TIEMPO REAL TRABAJADO EN (HORAS) | TIEMPO PERDIDO. | HORAS PROGRAMADAS |
|-----------------------|------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | | | | | |
| 1 | 02/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.6 | 0.18 | 9.2 | 1.8 | 12 |
| 2 | 03/10/2017 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.6 | 0.18 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| 3 | 04/10/2017 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 4 | 05/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.5 | 0.18 | 9.7 | 1.3 | 12 |
| 5 | 06/10/2017 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.7 | 10.5 | 0.18 | 9.6 | 1.4 | 12 |
| 6 | 07/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 0.18 | 9.7 | 1.3 | 12 |
| 7 | 09/10/2017 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.6 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.6 | 10.6 | 0.18 | 9.3 | 1.7 | 12 |
| 8 | 10/10/2017 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.5 | 0.17 | 9.1 | 1.9 | 12 |
| 9 | 11/10/2017 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.7 | 10.5 | 0.18 | 9.4 | 1.6 | 12 |
| 10 | 12/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 0.18 | 9.4 | 1.6 | 12 |
| 11 | 13/10/2017 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.6 | 10.6 | 0.18 | 9.6 | 1.4 | 12 |
| 12 | 14/10/2017 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.7 | 10.5 | 0.17 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 13 | 16/10/2017 | 10.5 | 10.7 | 10.8 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.6 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 14 | 17/10/2017 | 10.8 | 10.4 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.7 | 10.8 | 10.6 | 0.18 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| 15 | 18/10/2017 | 10.4 | 10.6 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 0.17 | 9.8 | 1.2 | 12 |
| 16 | 19/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 0.18 | 9.2 | 1.8 | 12 |
| 17 | 20/10/2017 | 10.6 | 11.3 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.7 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 18 | 21/10/2017 | 10.3 | 10.6 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.7 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.3 | 10.5 | 0.18 | 9.9 | 1.1 | 12 |
| 19 | 23/10/2017 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.7 | 10.4 | 10.8 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | 0.18 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| 20 | 24/10/2017 | 10.7 | 10.5 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.2 | 10.4 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 0.17 | 9.6 | 1.4 | 12 |
| 21 | 25/10/2017 | 10.2 | 10.6 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.6 | 10.3 | 10.6 | 10.5 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 22 | 26/10/2017 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.4 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.6 | 10.8 | 10.6 | 10.6 | 0.18 | 9.9 | 1.1 | 12 |
| 23 | 27/10/2017 | 10.6 | 10.7 | 10.3 | 10.8 | 10.4 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.4 | 10.3 | 10.5 | 0.18 | 9.0 | 2.0 | 12 |
| 24 | 28/10/2017 | 10.8 | 10.3 | 10.4 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.4 | 10.5 | 0.17 | 9.1 | 1.9 | 12 |
| 25 | 30/10/2017 | 10.2 | 10.5 | 10.4 | 10.5 | 10.7 | 10.6 | 10.3 | 10.7 | 10.6 | 10.2 | 10.5 | 0.17 | 9.9 | 1.1 | 12 |
| 26 | 31/10/2017 | 10.1 | 10.6 | 10.8 | 10.4 | 10.2 | 10.5 | 10.3 | 10.4 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 0.17 | 9.5 | 1.5 | 12 |
| TIEMPO PROMEDIO TOTAL | | | | | | | | | | | | 10.5 | 0.18 | 9.40 | 1.60 | 12 |

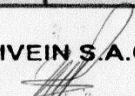
SIVEIN S.A.C.

William Pablo Villanueva
GERENTE GENERAL

Anexo 4. Ficha de toma de tiempos después de la mejora

| ITEM | DÍA | TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE UN ROLLO DE 8 KG. (EN MINUTOS). | | | | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO EN (MINUTOS) | TIEMPO PROMEDIO EN (HORAS) | TIEMPO REAL TRABAJADO EN (HORAS) | TIEMPO PERDIDO EN (HORAS). | HORAS PROGRAMADAS |
|-----------------------|------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | | | | | |
| 1 | 01/03/2018 | 8.2 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10.1 | 0.9 | 12 |
| 2 | 02/03/2018 | 8.5 | 8.2 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.8 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 3 | 03/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.5 | 8.1 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 4 | 05/03/2018 | 8.3 | 8.2 | 8.5 | 8.2 | 8.7 | 8.3 | 8.6 | 8.6 | 8.5 | 8.2 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 5 | 06/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.5 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.3 | 8.4 | 0.14 | 10.1 | 0.9 | 12 |
| 6 | 07/03/2018 | 8.8 | 8.1 | 8.1 | 8.8 | 8.2 | 8.6 | 8.2 | 8.8 | 8.7 | 8.2 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 7 | 08/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 8 | 09/03/2018 | 8.5 | 8.6 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.7 | 8.2 | 8.3 | 8.2 | 8.4 | 0.14 | 10.3 | 0.7 | 12 |
| 9 | 10/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 10 | 12/03/2018 | 8.2 | 8.7 | 8.3 | 8.3 | 8.4 | 8.6 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.7 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 11 | 13/03/2018 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 12 | 14/03/2018 | 8.3 | 8.4 | 8.3 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.6 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.4 | 0.14 | 10.1 | 0.9 | 12 |
| 13 | 15/03/2018 | 8.6 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.7 | 8.3 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 14 | 16/03/2018 | 8.8 | 8.3 | 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.3 | 8.7 | 8.8 | 8.6 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 15 | 17/03/2018 | 8.6 | 8.5 | 8.5 | 8.3 | 8.5 | 8.3 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 0.14 | 10.5 | 0.5 | 12 |
| 16 | 19/03/2018 | 8.3 | 8.5 | 8.7 | 8.3 | 8.5 | 8.3 | 8.5 | 8.8 | 8.3 | 9.3 | 8.6 | 0.14 | 10.4 | 0.6 | 12 |
| 17 | 20/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.3 | 8.5 | 8.3 | 8.4 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 18 | 21/03/2018 | 8.9 | 8.7 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.8 | 8.6 | 8.6 | 0.14 | 10.5 | 0.5 | 12 |
| 19 | 22/03/2018 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.5 | 0.14 | 10.5 | 0.5 | 12 |
| 20 | 23/03/2018 | 8.5 | 8.3 | 8.7 | 8.9 | 8.3 | 8.4 | 8.6 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.5 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 21 | 24/03/2018 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 22 | 26/03/2018 | 8.5 | 8.7 | 8.4 | 8.4 | 8.7 | 8.3 | 8.4 | 8.7 | 8.6 | 8.7 | 8.5 | 0.14 | 10.4 | 0.6 | 12 |
| 23 | 27/03/2018 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 0.14 | 10.2 | 0.8 | 12 |
| 24 | 28/03/2018 | 8.3 | 8.8 | 8.3 | 8.6 | 8.3 | 8.9 | 8.3 | 8.7 | 8.3 | 8.6 | 8.5 | 0.14 | 10 | 1 | 12 |
| 25 | 29/03/2018 | 8.7 | 8.6 | 8.4 | 8.8 | 8.5 | 8.6 | 8.8 | 8.3 | 8.5 | 8.5 | 8.6 | 0.14 | 10.3 | 0.7 | 12 |
| 26 | 31/03/2018 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.5 | 8.3 | 8.4 | 8.7 | 8.9 | 8.5 | 0.14 | 10.3 | 0.7 | 12 |
| TIEMPO PROMEDIO TOTAL | | | | | | | | | | | | 8.4 | 0.14 | 10.18 | 0.82 | 12 |

SIVEIN S.A.C.



William Pablo Villanueva
GERENTE GENERAL

Anexo 5. Formato de toma de tiempos

| ITEM | DÍA | TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE UN ROLLO DE 8 KG. (EN MINUTOS). | | | | | | | | | | TIEMPO PROMEDIO EN | TIEMPO PROMEDIO EN (HORAS) | TIEMPO REAL TRABAJADO | TIEMPO PERDIDO EN (HORAS). | HORAS PROGRAMADAS |
|-----------------------|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------|
| | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO PROMEDIO TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | |

SIVEIN S.A.C.

William Pablo Villanueva
GERENTE GENERAL

Anexo 6. Formato de control de proceso

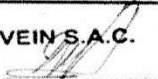
[illegible]

~~SIVEIN S.A.C.~~

William Pablo Villanueva
GERENTE GENERAL

Anexo 7. Formato de ingreso de materia prima

| SIVEIN S.A.C. | | INGRESO DE MATERIA PRIMA | | | | | |
|---------------|-------|--------------------------|----------|-----------------------|-----------------------------|------|-------------|
| PROVEEDOR | FECHA | TIPO | CANTIDAD | RESP. DE LA RECEPCIÓN | EVALUACIÓN DE MATERIA PRIMA | | |
| | | | | | OK | Obs. | COMENTARIOS |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

SIVEIN S.A.C.

 William Pablo Villanueva
 GERENTE GENERAL

Anexo 8. Validación de instrumento por juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD.

| Nº | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable dependiente Productividad | | | | | | | |
| | Dimensión 1 Eficiencia. | | | | | | | |
| | Indicador $E = \frac{Up \times Tu}{Pp \times Tt} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 Eficacia. | | | | | | | |
| | Indicador $E = \frac{Up}{Pp} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI Hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Guillermo Trujillo DNI: 25570359

Especialidad del validador: Metodólogo y Estadístico

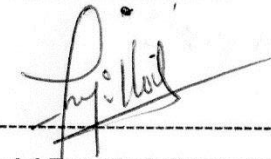
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de.....del 2018



Firma del Experto Informante.

Anexo 9. Validación de instrumento por juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGÍA DMAIC

| N° | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable independiente Metodología DMAIC | | | | | | | |
| | Dimensión 1 Índice de pedidos atendidos. | | | | | | | |
| | Indicador $Ip = \frac{N^{\circ} \text{ Pedidos atendidos}}{N^{\circ} \text{ Pedidos totales}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 Índice de productos conformes. | | | | | | | |
| | Indicador $Ic = \frac{\text{Productos conformes}}{\text{Producción total}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI Hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Guillermo Trujillo DNI: 25570359

Especialidad del validador: Metodólogo y estadístico

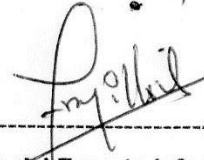
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de.....del 2018


Firma del Experto Informante.

Anexo 10. Validación de instrumento por juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGÍA DMAIC

| Nº | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable independiente Metodología DMAIC | | | | | | | |
| | Dimensión 1 Índice de pedidos atendidos. | | | | | | | |
| | Indicador $Ip = \frac{N^{\circ} \text{ Pedidos atendidos}}{N^{\circ} \text{ Pedidos totales}} \times 100$ | | | | | | | |
| | Dimensión 2 Índice de productos conformes. | | | | | | | |
| | Indicador $Ic = \frac{\text{Productos conformes}}{\text{Producción total}} \times 100$ | | | | | | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Validez

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Víctor Pastor Talledo DNI: 02721049

Especialidad del validador: Ph. D. en management

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de Julio del 2018

Firma del Experto Informante.

Anexo 11. Validación de instrumento por juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD.

| Nº | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable dependiente Productividad | | | | | | | |
| | Dimensión 1 Eficiencia. | | | | | | | |
| | Indicador $E = \frac{Up \times Tu}{Pp \times Tt} \times 100$ | | | | | | | |
| | Dimensión 2 Eficacia. | | | | | | | |
| | Indicador $E = \frac{Up}{Pp} \times 100$ | | | | | | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Valida

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Víctor Robt. Talley DNI: 07721040

Especialidad del validador: Ph.D. en Management

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

1 de Julio del 2018

[Firma]

Firma del Experto Informante.

Anexo 12. Validación de instrumento por juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE METODOLOGÍA DMAIC

| N° | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|---|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable independiente Metodología DMAIC | | | | | | | |
| | Dimensión 1 Índice de pedidos atendidos. | | | | | | | |
| | Indicador $Ip = \frac{N^{\circ} \text{ Pedidos atendidos}}{N^{\circ} \text{ Pedidos totales}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 Índice de productos conformes. | | | | | | | |
| | Indicador $Ic = \frac{\text{Productos conformes}}{\text{Producción total}} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Mg. Gertrudis P. R. Obregón L. DNI: 08685618

Especialidad del validador: Antonia Obregón L.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

02 de 06 del 2018


Firma del Experto Informante.

Anexo 13. Validación de instrumento por juicio de expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD.

| Nº | VARIABLE / DIMENSION | Pertinencia ¹ | | Relevancia ² | | Claridad ³ | | Sugerencias |
|----|--|--------------------------|----|-------------------------|----|-----------------------|----|-------------|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | |
| | Variable dependiente Productividad | | | | | | | |
| | Dimensión 1 Eficiencia: | | | | | | | |
| | Indicador $E = \frac{Up \times Tu}{Pp \times Tt} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |
| | Dimensión 2 Eficacia: | | | | | | | |
| | Indicador $E = \frac{Up}{Pp} \times 100$ | ✓ | | ✓ | | ✓ | | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: Centiano R. B. Obregón DNI: 08685618

Especialidad del validador: Antonio Obregón C.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión
























02 de 06 del 2018

Firma del Experto Informante.

Anexo 14. DAP pre - test

| DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------|------------|-------|-------|--------------|---|---|
| DIAGRAMA N°: | | HOJA N°: | | | | | | |
| Empresa | SIVEIN S.A.C. | | ACTIVIDAD | SIMB. | CANT. | TIEMP. TOTAL | | |
| Proceso | Fabricación de zuncho | | OPERACIÓN | ● | | | | |
| | | | TRANSPORTE | ➡ | | | | |
| | | | ESPERA | ⏸ | | | | |
| Realizado | Edwin Nicolas Vilela Villegas | | INSPECCION | ■ | | | | |
| | | | ALMACENAM. | ▼ | | | | |
| Fecha | | | DISTANCIA | | | | | |
| | | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE ACTIVIDAD | | T (min) | DISTANCIA | ● | ➡ | ⏸ | ■ | ▼ |
| 1 | RECEPCION DE MATERIA PRIMA | | | ● | | | | |
| 2 | LLEVAR MATERIA PRIMA AL ALMACEN | | | | ➡ | | | |
| 3 | ALMACENADO DE MATERIA PRIMA | | | | | | | ● |
| 4 | LLEVAR MATERIA PRIMA A LA BALANZA | | | | | | | |
| 5 | PESADO DE MATERIA PRIMA | | | ● | | | | |
| 6 | MEZCLADO DE MATERIA PRIMA | | | ● | | | | |
| 7 | ALIMENTACION A LA TOLVA | | | ● | | | | |
| 8 | EXTRUSORA | | | ● | | | | |
| 9 | TANQUE DE AGUA RECEPCION DE ZUNCHO | | | | | | | ● |
| 10 | BOBINADO DEL ZUNCHO | | | ● | | | | |
| 11 | PESADO DEL ZUNCHO | | | ● | | | | |
| 12 | INSPECCION DEL ZUNCHO | | | | | | | ● |
| 13 | ALMACENADO DEL ZUNCHO | | | | | | | ● |

Anexo 15. DAP post - test

| DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------|--|------------|---|---|---|---|---|---|
| DIAGRAMA N°: | | HOJA N°: | | | | | | | | |
| Empresa | SIVEIN S.A.C. | | | ACTIVIDAD | SIMB. | CANT. | TIEMP. TOTAL (min) | | | |
| | | | | OPERACIÓN |  | 7 | 40 | | | |
| Proceso | Fabricación de zuncho | | | TRANSPORTE |  | 2 | 30 | | | |
| | | | | ESPERA |  | 0 | 0 | | | |
| Realizado | Edwin Nicolas Vilela Villegas | | | INSPECCION |  | 1 | 2 | | | |
| | | | | ALMACENAM. |  | 2 | 300 | | | |
| Fecha | 10/04/2018 | | | DISTANCIA | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE ACTIVIDAD | | | | T (min) | DISTANCIA (m) |  |  |  |  |  |
| 1 | RECEPCION DE MATERIA PRIMA | | | 20 | 5 |  | | | | |
| 2 | LLEVAR MATERIA PRIMA AL ALMACEN | | | 25 | 15 | |  | | | |
| 3 | ALMACENADO DE MATERIA PRIMA | | | 60 | 0 | | | | |  |
| 4 | LLEVAR MATERIA PRIMA A LA BALANZA | | | 5 | 6 | |  | | | |
| 5 | PESADO DE MATERIA PRIMA | | | 1 | 1 |  | | | | |
| 6 | MEZCLADO DEMATERIA PRIMA | | | 5 | 2 |  | | | | |
| 7 | ALIMENTACION A LA TOLVA | | | 1 | 2 |  | | | | |
| 8 | EXTRUSORA | | | 0.5 | 0 |  | | | | |
| 9 | TANQUE DE AGUA RECEPCION DE ZUNCHO | | | 0 | 0 |  | | | | |
| 10 | BOBINADO DEL ZUNCHO | | | 12 | 0 |  | | | | |
| 11 | PESADO DEL ZUNCHO | | | 0.5 | 0 |  | | | | |
| 12 | INSPECCION DEL ZUNCHO | | | 2 | 0 | | | |  | |
| 13 | ALMACENADO DEL ZUNCHO | | | 240 | 0 | | | | |  |

Anexo 16. Ficha técnica del cronómetro

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CRONOMETRO HS-80TW-1EF

CRONOMETRO

- Unidad de medición: 1/1000de seg.
- Capacidad de medición: 9:59'59,99''
- Modos de medición: tiempo neto, tiempo por vuelta, tiempo fraccionado, tiempo del 1° - 100°, contador de vueltas (hasta 99)
- Capacidad de medición: (Visualización total de tiempo transcurrido) 9:59'59,999'', (Visualización de tiempo por vuelta) 59'59,999'', (Visualización del tiempo fraccionado) 9:59'59,999''.vuelta/tiempo transcurrido total en lectura continua)
- Capacidad de la memoria: 2 juegos de 100 registros c/u
- TEMPORIZADOR
- 10 Intervalos
- Capacidad de medición: 59 minutos 59segundos
- Unidad de medición: 1 segundo
- Número de repeticiones:100
- Duración del zumbador:10 segundos
- ALARMA
- Número de alarmas: 12
- Duración del zumbador:10 segundo
- Unidad de ajuste: 1 minuto
- CONTADOR
- Contador estándar: 0 a 99999
- Contador del cronómetro: 0 a 99999 con una capacidad de medición de 59 minutos y 59 segundos
- Contador dual: 0 a 99999
- CRONÓMETRO PARA FUTBOL
- Capacidad de medición: 59 minutos 59 segundos
- Unidad de medición: 1 segundo
- Duración del zumbador: 10 segundos
- HORA REGULAR
- Hora, minutos, segundos, am/pm, año, mes, fecha y día de la semana
- AUTOCALENDARIO
- Programado hasta 2099
- FORMATO DE 12/24 HORAS
- PRECISION
- (TIEMPO)+/- 30 Seg.. por mes
- (CRONOMETRO) 99,9988%
- TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO 0°C a 40° C

Anexo 17. Toma de temperaturas de ingreso y salida en el tanque de recepción del zuncho



Anexo 18. Porcentaje del Turnitin

ESTÁS VIENDO: INICIO > TESIS 2018 I

¡Bienvenido a la página de inicio de su nueva clase! Podrás ver todos los ejercicios de tu clase en la página principal de tu clase, así como ver información adicional acerca de los ejercicios, entregar tu trabajo y tener acceso a los comentarios para tus trabajos.

Mueve el cursor sobre cualquier elemento de la página principal de la clase para ver más información.

Página de Inicio de la clase

Esta es la página de inicio de su clase. Para entregar un trabajo, haga clic en el botón de "Entregar" que está a la derecha del nombre del ejercicio. Si el botón de Entregar aparece en gris, no se pueden realizar entregas al ejercicio. Si está permitido entregar trabajos más de una vez, el botón dirá "Entregar de nuevo" después de que usted haya entregado su primer trabajo al ejercicio. Para ver el trabajo que ha entregado, pulse el botón "Ver". Una vez la fecha de publicación del ejercicio ha pasado, usted también podrá ver los comentarios que le han dejado en el trabajo haciendo clic en el botón de "Ver".

Bandeja de entrada del ejercicio: Tesis 2018 I

| | Información | Fechas | Similitud | |
|------------|-------------|--|-----------|------------------------|
| DPI 2018 I | | Comienzo 07-may.-2018 1:27PM Fecha de entrega 29-ago.-2018 11:59PM Publicar 31-ago.-2018 12:00AM | 25% | <div>Enviar Ver </div> |

Derechos de autor © 1998 – 2018 Turnitin, LLC. Todos los derechos reservados.

[Política de privacidad](#) [Acuerdo de Privacidad](#) [Términos de servicio](#) [Cumplimiento de la protección de datos de la UE](#) [Protección de Copyright](#) [Preguntas legales más frecuentes](#) [Centro de Ayuda](#)

Anexo 19. Recibo digital del turnitin




Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Edwin VILELA VILLEGAS**
Título del ejercicio: **DPI 2018 I**
Título de la entrega: **Implementación de la metodología ...**
Nombre del archivo: **TESIS_EN_SVEIN_SAC.docx**
Tamaño del archivo: **7.7M**
Total páginas: **147**
Total de palabras: **26,839**
Total de caracteres: **163,871**
Fecha de entrega: **06-jun-2018 09:48p.m. (UTC-0500)**
Identificador de la entrega: **973206835**

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
"IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE PRODUCTOS DE EMBALAJE EN
LA EMPRESA SIVEIN S.A.C. LIMA, 2018."
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL
AUTOR
VILELA VILLEGAS, EDWIN NICOLAS
ASESOR
MGTR. AYALA ASENCIO, CARLOS ENRIQUE
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA
LIMA - PERÚ
2018

Anexo 20. Feedback del Turnitin

feedback studio Edwin VILELA VILLEGAS Implementación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de productos de embalaje en la empresa SIVEIN SAC, Lima 2018

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
 "IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA
 MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE PRODUCTOS DE EMBALAJE EN
 LA EMPRESA SIVEIN S.A.C. LIMA, 2018."
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL
AUTOR
VILELA VILLEGAS, EDWIN NICOLAS

Resumen de coincidencias

25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

| | | |
|---|----------------------------|------|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe | 14 % |
| 2 | Entregado a Universida... | 4 % |
| 3 | tesis.pucp.edu.pe | 2 % |
| 4 | repositorio.unheval.edu... | <1 % |
| 5 | repositorio.autonoma.e... | <1 % |
| 6 | issuu.com | <1 % |

Página: 1 de 147 Número de palabras: 26839

Text-only Report High Resolution **Activado**

Yo, LEONIDAS MANUEL BRAVO ROJAS, Coordinador de Investigación de la EP de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, verifíco que la Tesis Titulada: **“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE PRODUCTOS DE EMBALAJE EN LA EMPRESA SIVEIN SAC, LIMA, 2018”** del estudiante VILELA VILLEGAS, EDWIN NICOLAS; tiene un índice de similitud de 25 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 19 noviembre del 2018



Dr. LEONIDAS M. BRAVO ROJAS
 Coordinador de Investigación de la EP de
 Ingeniería Industrial

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

VILELA VILLEGAS, EDWIN NICOLAS

INFORME TÍTULADO:

**"IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC PARA MEJORAR
LA PRODUCTIVIDAD DE PRODUCTOS DE EMBALAJE EN LA EMPRESA
SIVEIN SAC, LIMA, 2018"**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 24 de mayo del 2018

NOTA O MENCIÓN: 11



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Vilela Villegas Edwin Nicolás
D.N.I. : *43468906*
Domicilio : *Mz C 1722 Asc. Las Dalias Pucallpa*
Teléfono : *5480238* Fijo : *5480238* Móvil : *969687365*
E-mail : *vilela31@gmail.com*

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☒ Tesis de Pregrado

Facultad :

Escuela :

Carrera :

Título :

Ingeniería

Ingeniería Industrial

Ingeniería Industrial

Ingeniero Industrial

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor

Vilela Villegas, Edwin Nicolás

Título de la tesis:

"Implementación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de productos de empaque en la empresa SIVETIN SAC, Lima, 2018"

Año de publicación :

2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Edwin Vilela

Fecha:

21-11-2018